

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNEE 1937

THÈSE

404

POUR LE

DOCTORAT EN MEDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

JEAN SABOURIN

né le 27 Février 1906

à LE CATEAU (Nord)

L'anesthésie au Cyclopropane

Président : M. LENORMANT, Professeur.

IMPRESSIONS MODERNES

37, Boulevard de Strasbourg - PARIS



LE DOYEN : ROUSSY.

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie	ROUVIERE
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	POLONOVSKI.
Bactériologie	Robert DEBRE.
Parasitologie et histoire naturelle	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générale	BAUDOUIN.
Pathologie médicale	ABRAMI.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice VILLARET.
Clinique médicale	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBE.
	LEREBOULLET.
	NOBECOURT.
Hygiène et clinique de la première enfance	H. CLAUDE.
Clinique des maladies des enfants	GOUGEROT .
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	GUILLAIN.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	LEMIERRE.
Clinique des maladies du système nerveux	CUNEO.
Clinique des maladies infectieuses	GOSSET.
Clinique chirurgicale	GREGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBREDANNE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique	SERGENT.
Clinique de la Tuberculose	BEZANÇON.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
Clinique cardiologie	LAUBRY.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.

II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.

AMELINE. — Pathologie chirurgicale.
 BARIETY. — Pathologie médicale.
 BENARD (Henri). — Pathologie médicale.
 BERNARD (Etienne). — Pathologie médicale.
 BESANÇON (Justin). — Hydrologie.
 BOULIN. — Pathologie médicale.
 BULLIARD. — Histologie.
 CATHALA. — Pathologie médicale.
 CHEVALLIER. — Pathologie médicale.
 COSTE. — Pathologie médicale.
 DOGNON. — Physique.
 FEY. — Urologie.
 FUNCK. — Pathologie chirurgicale.
 GALLIARD. — Parasitologie.
 GASTINEL. — Bactériologie.
 DE CAUDARD D'ALLAINES. — Pathologie chirurgicale.
 GAYET. — Physiologie.
 DE GENNES. — Pathologie médicale.
 GIROUD. — Histologie.
 HAGUENEAU. — Pathologie médicale.
 HALPHEN. — Oto-rhino-laryngologie.
 HAZARD. — Pharmacologie.
 HUCUENIN. — Anatomie pathologique.
 JOANNON. — Hygiène.
 LACOMME. — Obstétrique.

MM.

LANTUEJOUL. — Obstétrique.
 LAROCHE (Guy). — Pathologie médicale.
 LELONG. — Pathologie médicale.
 LEMAIRE. — Pathologie expérimentale.
 LEVEUF. — Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LEVY. — Pharmacologie.
 LEVY-VALENSI. — Neurologie et Psychiâtrie.
 MENEGAUX. — Pathologie chirurgicale.
 MOLLARET. — Pathologie médicale.
 MOREAU. — Pathologie médicale.
 MOULONGUET. — Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN. — Pathologie médicale.
 OBERLING. — Anatomie pathologique.
 PETIT-DUTAILLIS. — Pathologie chirurgicale.
 PIEDELIEVRE. — Médecine légale.
 PORTES. — Obstétrique.
 RENARD. — Ophtalmologie.
 RICHET. — Physiologie.
 SANNIE. — Chimie biologique.
 SENEQUE. — Pathologie chirurgicale.
 TROISIER. — Pathologie expérimentale.
 TURPIN. — Pathologie médicale.
 VIGNES. — Obstétrique.
 WILMOTH. — Pathologie chirurgicale.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

ALGLAVE. — Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET. — Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT. — Physiologie.
 GUENIOT. — Obstétrique.

MM.

LARDENNOIS. — Pathologie chirurgicale.
 LEROUX. — Anatomie pathologique.
 NEVEU-LEMAIRE. — Parasitologie.
 PHILIBERT. — Bactériologie.
 VAUDESCAL. — Obstétrique.

IV. AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

Clinique médicale,

MM. ALAJOUANINE.
AUBERTIN.
BRULE.
CHABROL.
CHIRAY.
DONZELOT.
DUVOIR.
LIAN.
PASTEUR-VALLERY-RADOT.

Clinique chirurgicale.

MM. BASSET.
BROCO.
CADENAT.
GATELLIER.
HEITZ-BOYER.
MOURE.
QUENU.
SCHWARTZ.
VELTER.

Clinique obstétricale.

MM. ECALLE.
LE LORIER.
LEVY-SOLAL.
METZGER.

V. — CHARGES DE COURS

MM.

CHAILLEY-BERT, agrégé	Education physique.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
PHILIBERT, agrégé	Microbiologie.
RUPPE	Stomatologie.
WEIL-HALLE	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



L'ANESTHESIE
AU
CYCLOPROPANE

A Mon Maître et Président de thèse

M. le Professeur CHARLES LENORMANT

Professeur de Clinique chirurgicale à la Faculté de Médecine
de Paris

A mon Maître M. le Docteur BOPPE

Chirurgien de l'Hôpital Saint-Louis

A mes Maîtres dans les Hôpitaux

- 1925 Monsieur le Professeur WIDAL (in memoriam)
Monsieur le Professeur DELBET

EXTERNAT

- 1926 Monsieur le Professeur Agrégé CADENAT
1927 Monsieur le Professeur Agrégé SEZARY
1928 Monsieur le Docteur L. RIVET
1929 Monsieur le Docteur L. BOIDIN
1930 Monsieur le Docteur WEIL-HALLE

EXTERNAT EN PREMIER

- 1931 Monsieur le Professeur LENORMANT
Monsieur le Docteur LAPOINTE (in memoriam)

VAL-DE-GRACE

- 1931 Messieurs les Professeurs PAITRE, BONNET et
SARROSTE.

INTERNAT

- 1932 Monsieur le Docteur DENIKER
1933 Monsieur le Professeur Agrégé DESMAREST
Monsieur le Docteur DEVRAIGNE
1934 Monsieur le Docteur J. BERGER
Monsieur le Docteur SORREL
1935 Monsieur le Docteur PICOT
Monsieur le Docteur GOUVERNEUR
1936 Monsieur le Professeur Agrégé CADENAT

DU MEME AUTEUR

- *Réflexions sur l'anesthésie au protoxyde d'azote*. Journal Médical de Paris, 24 Mai 1934.
- *Technique moderne de la Narcose au protoxyde d'azote*. Gazette Médicale de France, 15 Septembre 1934.
- *Quelques faits saillants dans le mouvement gynécologique en 1934*. Gazette Médicale de France, 15 Mars 1935.
- *Mouvement chirurgical en 1934-1935*. Gazette Médicale de France, 1^{er} Octobre 1935.
- *Quatre observations de formes rares d'invagination intestinale chez le grand enfant* (en collaboration avec Sorrel et Guichard). Bulletin de la Société de Pédiatrie, 29 Janvier 1935.
- *L'Anesthésie au Cyclopropane*. Gazette Médicale de France, 1^{er} Février 1937.
- *L'Anesthésie chirurgicale à l'aide des gaz comprimés. A propos de 4 cas de syncopes mortelles*. Gazette Médicale de France, 1^{er} Février 1937.
- *Le Volvulus du colon pelvien au cours de la grossesse* (en collaboration avec Laennec et Maroger). Gazette Médicale de France 1937.
- *Analyses des principales publications chirurgicales*. Gazette Médicale de France 1934, 1935, 1936, 1937.
- *Quelques actualités gynécologiques de 1936*. Gazette Médicale de France, 15 Mars 1937.
- *L'Invagination de l'appendice* (en collaboration avec René Grimault). Gazette Médicale de France (à paraître).
- *Le Traitement des fistules extra-sphinctériennes par l'excision et l'abaissement de la muqueuse* (en collaboration avec J. Blanquine). Gazette Médicale de France, 15 Juin 1937.
- *Réflexions sur deux cas de plaies du cœur*, Gazette Médicale de France, 1^{er} Mai 1937.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	14
DEFINITION	21
PLAN GENERAL	22

PREMIERE PARTIE

CRITIQUE

DES PRINCIPALES METHODES D'ANESTHESIE ACTUELLEMENT UTILISEES EN FRANCE

L'anesthésie locale et loco-régionale	25
La rachi-anesthésie	29
L'anesthésie para-durale	34
L'anesthésie au chloroforme	38
L'anesthésie à l'éther	40
L'anesthésie au chlorure d'éthyle	44
Les mélanges anesthésiques	45

DEUXIEME PARTIE

LES PERFECTIONNEMENTS RECENTS DE L'ANESTHESIE GENERALE

1° Les nouvelles méthodes :

L'intérêt de certains examens pré-anesthésiques.	57
Tension artérielle	57
Réflexe oculo-cardiaque	61
Psychisme du patient	63
Le rôle de l'oxygène	64
Le rôle de l'anhydride carbonique	67
Les appareils modernes	69
Appareil à débit continu	69
Appareil à absorption de CO ²	70
Appareil va-et-vient	70
Appareil à circuit fermé	73
La question de l'intubation endo-trachéale	75
La méthode des anesthésies de base	79

2° Les produits anesthésiques nouveaux	82
Le tribomo-éthanol	82
Les barbituriques	83
Le rectidon	83
L'évipan	84
L'eunarcon	88
Le vinéthène	88
Le bromure d'éthyle	89

TROISIEME PARTIE

LE CYCLOPROPANE

Historique	93
Etude pharmaco-dynamique	97
Préparation	98
Purification	99
Propriétés physico-chimiques	99
Essai	101
Présentation	102
Propriétés physiques	102
Etude des concentrations utiles	109
Principe des appareils	114
Appareil volumétrique	116
Appareil débimétrique	117
Les principaux appareils	123
Appareil Foregger	123
Appareil Kinet-O-Meter	123
Appareil de King	133
Technique de l'anesthésie au cyclopropane	137
Signes cliniques et phases de l'anesthésie	141
Absorption et élimination	147
Expérimentation animale	148
Etude des modifications sanguines	149
Examens électro-cardiographiques	153
Morbidité post-opératoire	154
Indications	160
Conclusions	161

TABLE DES FIGURES

FIGURE 1 :	Reproduction d'une fiche de l'anesthésiste Hunter.	59
FIGURE 2 :	Dispositif va-et-vient pour l'absorption du CO^2 par la chaux sodée.....	71
FIGURE 3 :	Dispositif en circuit fermé pour l'absorption du CO^2 par la chaux sodée.....	71
FIGURE 4 :	Le petit tube d'aluminium « amphon » de cyclopropane contenant 7 litres $1/2$ de gaz sous une pression de 5 kg.....	103
FIGURE 5 :	Schéma d'après Waters des concentrations en cyclopropane et oxygène du mélange gazeux aux différentes phases de l'anesthésie	111
FIGURE 6 :	Schéma de l'appareil d'Amiot.....	115
FIGURE 7 :	Schéma d'un appareil débitmétrique monté en va-et-vient	119
FIGURE 8 :	Schéma d'un appareil débitmétrique monté en circuit fermé	121
FIGURE 9 :	Appareil Saint Luke	125
FIGURE 10 :	Appareil Midget	127
FIGURE 11 :	Appareil Kinet-O-Meter d'Heidbrink	129
FIGURE 12 :	Les débitmètres de l'appareil précédent....	131
FIGURE 13 :	Appareil à cyclopropane de King du Brompton Hospital.	135
FIGURE 14 :	Schéma d'après Romberger des signes et des phases de l'anesthésie au cyclopropane....	145

INTRODUCTION

« Eviter la douleur en chirurgie est une chimère qu'il n'est plus permis de poursuivre aujourd'hui. »

VELPEAU (1829).

« Notre ambition déborde le cadre de la douleur physique; nous voulons apaiser l'angoisse morale, nous avons la prétention d'aller jusqu'à ne plus permettre aux tissus de l'organisme cette souffrance cellulaire qui trouble leurs fonctions. »

DESMAREST (1935).

L'anesthésie idéale est-elle enfin découverte ? Le chirurgien va-t-il voir se réaliser son rêve : opérer toujours dans le calme, sans menace de syncope, un malade non asphyxié, non intoxiqué, et qui ne pousse pas ? Le cyclopropane semble vouloir répondre à cette espérance.

Les Anglais, les Américains ont toujours étonné leurs visiteurs par la qualité de leurs narcoses, et bien avant la découverte du cyclopropane, ils étaient déjà à la tête du progrès. C'est qu'ils ont toujours donné à l'anesthésie la place importante qu'on lui refuse encore en France. Depuis longtemps ils ont compris que l'important est moins un produit anesthésique parfait qu'un bon anesthésiste.

Le cyclopropane, découvert il y a trois ans au Canada, a été mis aussitôt à la disposition de spécialistes habitués à manipuler le protoxyde, l'acétylène, l'éthylène, et en quelques mois

son usage s'est généralisé. Moins d'un an après sa découverte, des compte-rendus de plusieurs milliers d'anesthésies étaient publiés en Amérique, et quelques mois plus tard en Angleterre.

Pourra-t-il en être de même en France ? L'évolution sera sans doute plus lente. Il ne suffit pas de convaincre les chirurgiens de l'excellence du cyclopropane, il faut mettre à leur disposition de nombreux anesthésistes de métier et leur procurer les appareils indispensables.

Même en faisant abstraction de tout esprit critique, on est obligé d'être choqué de la façon dont, en général, en France, les malades sont endormis. L'anesthésie est, 9 fois sur 10, confiée à un étudiant ou à une infirmière, pleins de bonne volonté, certes, mais aussi d'incompétence, et, ce qui est plus grave, irresponsables. C'est de cette irresponsabilité que vient tout le mal. Qu'il s'agisse d'anesthésie ou d'autre chose, on ne fait en général, hélas, avec application que ce qui comporte une responsabilité ou un profit. Sinon, c'est la routine. La fonction d'anesthésiste est subalterne et ingrate s'il en fut. Les résultats ? Déplorables : des malades qui poussent, des chirurgiens qui s'impatiente, perdent parfois leur sang-froid ; des syncopes... respiration artificielle... carbogène... injection intracardiaque, malade mort sur la table. Ce sont des tableaux que tout étudiant de première année a déjà gravés dans sa mémoire.

Il faut reconnaître heureusement un mouvement très net contre cet état de choses. Le Professeur Desmarest a été le premier à réagir. Depuis de nombreuses années, il plaide la cause du protoxyde, et malgré une campagne poursuivie avec persévérance, il n'a pas été écouté. Le temps n'est-il pas encore venu de tout changer ? Le masque à éther règne encore en maître, et les quelques anesthésistes spécialisés formés à l'hôpital Ambroise Paré de Boulogne, n'ont jamais obtenu la notoriété qu'ils méritent.

Cette opposition au progrès, qui a pu paraître systématique chez certains, pourrait à un esprit pessimiste donner une impression d'écœurement. Il faut l'effacer à tout prix. Il faut

savoir reconnaître un échec, avouer que si l'on n'a pas réussi, les moyens étaient mauvais.

En Amérique, le tableau est bien différent. C'est même tout l'opposé. Avant de connaître le cyclopropane, les chirurgiens opéraient des malades parfaitement endormis. Et quels produits utilisaient-ils ? Les mêmes que nous : le chloroforme, l'éther, le protoxyde d'azote. Mais déjà ils employaient des appareils extrêmement perfectionnés, ils utilisaient couramment l'intubation trachéale, leurs anesthésistes étaient depuis longtemps des médecins spécialistes.

Certes, il y a chez nous des anesthésistes de profession, et des meilleurs, mais en Amérique, il n'y en a pas d'autres. Toutes les anesthésies sont données par eux. Il existe un corps d'anesthésistes des hôpitaux nommés au concours comme le sont chez nous les médecins des hôpitaux.

Le service d'anesthésie fait partie du service chirurgical au même titre que les autres spécialités : urologie, oto-rhino-laryngologie, etc. L'organisation comprend un chef de service et trois anesthésistes résidents, restant en fonctions 3 ans. Tous les internes y font un stage d'un mois, et tous les étudiants un stage d'une semaine.

Au cours des trois années de fonction de l'anesthésiste résident, 6 à 12 mois sont consacrés au laboratoire, et pendant ce laps de temps, il fait de l'expérimentation, et en cas d'urgence remplace à la salle d'opération un anesthésiste absent.

Tous les malades sont examinés la veille de l'opération par un membre du service d'anesthésie, et c'est lui qui, d'après l'état du malade, prescrit la médication pré-anesthésique.

Pendant l'opération, il note sur une fiche spéciale la quantité du ou des gaz administrés, la profondeur de l'anesthésie, les variations du pouls, de la tension artérielle et de la respiration, ainsi que toutes les particularités qu'il a constatées.

Cette organisation implique donc un très grand nombre d'anesthésistes, d'où la création déjà ancienne de Sociétés Savantes et l'impulsion donnée aux chercheurs chimistes et biologistes.

C'est ainsi qu'en 1934, au Canada est né le cyclopropane et que très rapidement, en quelques mois, il fut soumis à une expérimentation innombrable et bientôt mis à la disposition des chirurgiens. Son essor fut d'une rapidité extraordinaire et sa vogue s'étend encore chaque jour. Les anesthésistes canadiens, américains, puis britanniques s'en emparèrent, et il est actuellement à la veille de conquérir la France. Peut-on prévoir chez nous un succès aussi rapide ? Il est difficile d'être prophète. Ce qu'on peut affirmer, c'est qu'il faut auparavant donner le coup de grâce aux vieilles habitudes, qu'il faut modifier complètement nos méthodes. Le temps est actuellement aux grandes réformes ; on parle de Centres de Santé, de modifications de l'organisation hospitalière, du diplôme de chirurgien ; ne pourrait-on pas en profiter pour interdire à qui n'est pas médecin anesthésiste le droit d'endormir ?

Dès que cette modification qui s'impose, sera faite, le cyclopropane prendra la place qu'il mérite parmi les gaz anesthésiques, c'est-à-dire la première.

Quel est actuellement en France l'état de la question des anesthésies ?

Beaucoup de chirurgiens donnent leur préférence à l'anesthésie locale, loco-régionale ou rachidienne. Nous verrons les avantages et les inconvénients de ces méthodes, mais disons tout de suite que, bien souvent, c'est à cause de l'insuffisance de l'anesthésie générale qu'ils se contentent de ces pis-aller qui font perdre du temps et qui sont toujours pénibles pour le patient.

D'autres restent partisans de l'éther administré avec le masque d'Ombredanne ; certains restent attachés au chloroforme ; d'autres sont partisans exclusifs du protoxyde d'azote ou de l'évipan.

Mais la tendance actuelle est un certain éclectisme dans le choix des anesthésies. Il semble même que chaque opération comporte obligatoirement une anesthésie particulière. Par exemple, une gastrectomie, une thyroïdectomie s'opèrent à l'anesthésie locale, par contre une hernie, une appendicite

s'opèrent à l'anesthésie générale. Pourquoi ? L'inverse pourrait paraître plus logique.

Récemment, un chirurgien français était condamné par les tribunaux, sur la déposition d'un expert qui concluait à sa responsabilité parce qu'il avait utilisé la rachi-anesthésie pour opérer un hygroma du genou. Certes, l'anesthésie locale est moins dangereuse que la rachi et elle peut suffire généralement pour opérer un hygroma, mais si la rachi-anesthésie n'est pas bonne pour un cas, elle n'est bonne pour aucun ; et en poursuivant le raisonnement de l'expert on arriverait à lui faire dire que l'on est coupable chaque fois que l'on fait une rachi. C'est donc une erreur que de vouloir superposer des méthodes anesthésiques à des indications opératoires. En réalité, c'est du malade, de ses conditions vasculaires (tension artérielle), nerveuses (réflexe oculo-cardiaque), psychiques, que doit être tirée l'indication d'une anesthésie particulière.

Il existe actuellement en France une véritable confusion dans la question des anesthésies. Le grand nombre des méthodes employées suffit à prouver l'incohérence de cette multiplicité. Pourquoi ne pas vouloir imiter les Américains et les Anglais qui ont atteint ou presque la perfection en ne donnant que des anesthésies générales par inhalation ? Eux aussi ont erré pendant longtemps ; eux aussi se sont lancés à la conquête des méthodes nouvelles. Ils nous ont toujours devancés et la question pour eux est maintenant mise au point.

Pierre Jourdan, revenant de Londres, écrit :

« J'avoue avoir trouvé un plaisir amer dans la contemplation de ce qu'est, outre-Manche, une anesthésie par inhalation. C'est proprement incroyable à nos yeux de Français. Le malade, endormi par un anesthésiste britannique, est au malheureux asphyxié par le masque d'Ombrédanne, ce que la Belle au Bois dormant est à un pendu. Non que le masque d'Ombrédanne soit un appareil mauvais. D'abord, il permet au chirurgien, je le sais, de faire administrer la narcose par son chauffeur quand il opère une appendicite aiguë dans une ferme. Problème de

second ordre, on me permettra de l'affirmer. Même à la ville, il donne entre les mains de qui sait le manier un pourcentage assez élevé de bonnes anesthésies, mais jamais du 100 %. Et cela suffit à l'exclure, puisque d'autres appareils donnent une perfection quasi-constante. A vrai dire, le débat est plus vaste ; il englobe la question des anesthésistes de métier, médecins responsables. En Angleterre, quand d'aventure le malade ne dort pas, l'anesthésiste ne dit pas : « Monsieur, je suis à 8 », il dit : « Awfully sorry sir ». Je sais bien que depuis longtemps les chirurgiens français se sont émus et que l'on a demandé la formation d'anesthésistes professionnels. Je sais qu'il existe une Société d'Anesthésie. Malheureusement, l'état de choses persiste et la comparaison est douloureuse. Aux appareils perfectionnés qu'utilisent les Britanniques, le Français moyen fait généralement le reproche d'être encombrants. Cette argumentation paraît correspondre à une manie latine. Peut-être la chirurgie de nos grands-pères sous chloroforme donné à la compresse, faite avec un bistouri pliant sorti de la poche de la redingote représente-t-elle encore pour nous, confusément, un idéal. Je pose seulement la question de savoir si l'important est d'obtenir des anesthésies de bonne qualité ou de les administrer avec un appareil susceptible de trouver place dans un sac à main. Au-delà, il n'y a pas à discuter. »

Suivant l'exemple et les conseils de Jourdan, je me suis rendu en Angleterre, et c'est auprès des anesthésistes londoniens que j'ai conçu ce travail. Je tiens avant tout à signaler l'affabilité et la bonne grâce avec lesquelles j'ai été reçu en Angleterre. Que les chirurgiens et anesthésistes qui m'ont si aimablement accueilli dans leurs services trouvent ici l'expression de toute ma reconnaissance pour tout ce qu'ils m'ont enseigné que je ne soupçonnais pas.

En particulier, je dois remercier les chirurgiens Roberts, Dodd, Tudor Edwards, les anesthésistes Hunter, Machray, Magill qui se sont empressés de me donner toutes les explications que je leur demandais, sans ménagement pour leur patience, qui ont organisé pour moi des séances opératoires et ont

mis entre mes mains encore inexpertes, leurs merveilleux appareils.

C'est ainsi que j'ai fait la connaissance du cyclopropane. Les anesthésistes anglais que je viens de citer, et dont j'aurais plusieurs fois encore l'occasion de parler, l'utilisent couramment, sinon exclusivement. Leurs appareils comportent toujours la possibilité de combiner plusieurs narcoses, et en particulier le cyclopropane et le protoxyde; mais le protoxyde ne fait que profiter des contre-indications du cyclopropane.

J'ai rapporté de Londres l'appareil de Magill (dont on verra plus loin la description et l'image), dans l'intention de démontrer aux chirurgiens et aux anesthésistes français quelles merveilleuses narcoses on peut obtenir grâce au cyclopropane, qui donne, dans 100 % des cas, un sommeil rapide, calme, profond, avec complet relâchement musculaire, sans le moindre inconvénient pour l'opérateur, et sans le moindre risque pour l'opéré.

DEFINITION

L'anesthésie au cyclopropane est une anesthésie par inhalation d'un gaz mélangé à l'oxygène. Elle peut être comparée dans son principe à l'anesthésie au protoxyde d'azote, qu'elle prétend remplacer.

Le cyclopropane est un anesthésique extrêmement puissant, d'une puissance anesthésique comparable à celle du chloroforme. Il est anesthésique dans un milieu très fortement oxygéné, dans la proportion de 10 à 20 % de cyclopropane pour 90 à 80 % d'oxygène.

Il donne une anesthésie calme, sans poussée abdominale, parfaite, dans 100 % des cas.

Il est absolument dépourvu de toxicité.

Son administration nécessite l'emploi d'appareils comportant un dosage rigoureux du mélange, et un dispositif d'absorption de l'anhydrique carbonique.

Il présente deux inconvénients. Le premier est son prix de revient élevé qui tient à la nécessité de le faire venir de l'étranger, mais il faut espérer que les producteurs français s'intéresseront à sa fabrication. Le second est son inflammabilité qui nécessite certaines précautions.

PLAN GENERAL

Avant de décrire en détail le gaz nouveau, ses propriétés et ses applications, il convient de le situer dans l'ambiance des anesthésiques actuellement utilisés.

Dans la *première partie*, nous jetterons un coup d'œil d'ensemble sur les principales méthodes encore employées en France: les anesthésies locale, rachidienne et paradurale; l'anesthésie au chloroforme, à l'éther, l'anesthésie au chlorure d'éthyle, au protoxyde d'azote, à l'éthylène et à l'acétylène.

Dans la *seconde partie*, nous suivrons l'évolution des méthodes récentes; nous verrons l'intérêt des examens pré-anesthésiques (tension artérielle, réflexe oculo-cardiaque, psychisme); le rôle de l'oxygène et de l'anhydrique carbonique, les appareils modernes; la question de l'intubation endo-trachéale, les anesthésies de base.

Puis nous décrirons quelques anesthésiques nouveaux, l'aver-tine, les barbituriques, le vinéthène, le bromure l'éthyle.

La *troisième partie* sera uniquement consacrée au cyclopropane. Nous étudierons successivement son origine, ses propriétés chimiques, physiologiques, les appareils, la technique de l'anesthésie, les signes et les phases de la narcose, les résultats de l'expérimentation sur l'animal. Enfin, ses applications aux différentes branches de la chirurgie et les résultats déjà obtenus.

PREMIERE PARTIE

CRITIQUE

DES PRINCIPALES METHODES D'ANESTHESIE
ACTUELLEMENT UTILISEES EN FRANCE

PREMIERE PARTIE

CRITIQUE

DES PRINCIPALES METHODES D'ANESTHESIE ACTUELLEMENT UTILISEES EN FRANCE

Nous n'avons pas l'intention de décrire toutes les méthodes en détail, mais simplement à propos de chacune d'elles, d'insister sur ses inconvénients. Certaines sont dangereuses quo ad vitam, d'autres n'ont que des indications restreintes, d'autres comportent un pourcentage élevé d'échecs. Dans l'ensemble, il n'existait pas jusqu'ici une anesthésie donnant satisfaction dans tous les cas. Nous ne ferons pas un procès impitoyable de méthodes ayant fait leurs preuves, au profit de l'anesthésie nouvelle, mais nous voulons réagir contre l'emploi abusif de certaines techniques dont les inconvénients et les dangers sont parfois considérés avec une surprenante indulgence.

L'ANESTHESIE LOCALE ET LOCO-REGIONALE

L'anesthésie locale ou régionale utilise les produits dérivés de la cocaïne ; elle agit sur la sensibilité d'une partie de l'individu dont la conscience reste intacte. Grâce à cette méthode, le patient assiste en quelque sorte à l'opération, voit, entend, et quelquefois reste sensible au niveau de la région anesthésiée : il sent que l'on pince, que l'on coupe, mais les sensations ne sont généralement pas douloureuses.

La conservation de la conscience permet parfois une certaine collaboration du patient et du chirurgien ; cette collaboration, qui pourrait paraître monstrueuse au profane, est souvent utile. Par exemple, au cours d'une thyroïdectomie particulièrement étendue en arrière, le chirurgien est agréablement rassuré sur l'intégrité du récurrent en faisant parler le malade : une certaine raucité de la voix le rappelle à la prudence s'il approche trop de la zone dangereuse, et peut même lui permettre de desserrer à temps un point de capitonnage, évitant ainsi une catastrophe.

Au cours d'une opération de hernie, il suffit de demander au malade de tousser pour voir aussitôt se tendre le sac.

En chirurgie thoracique, la conservation du réflexe tussigène permet, pendant une thoracoplastie comprimant une grosse caverne, d'éviter l'ensemencement du poumon sain.

On pourrait multiplier les exemples prouvant les avantages de l'anesthésie locale au point de vue opératoire, mais on pourrait aussi objecter que le chirurgien peut se passer de cette collaboration inélégante et la remplacer par une technique plus serrée.

Autre avantage : de nombreux malades refusent l'anesthésie générale et acceptent plus volontiers d'être opérés sans être endormis. Cette raison d'ordre psychologique ne tient-elle pas à la mauvaise réputation de l'anesthésie générale telle qu'elle est habituellement administrée ?

L'anesthésie locale permet au chirurgien d'opérer sans se presser, et opérant lentement de s'appliquer davantage. Qu'il

nous soit permis à ce sujet d'ouvrir une courte parenthèse au sujet de la durée des opérations :

Il y a cinquante ans, la valeur d'un chirurgien se mesurait sur le cadran de la pendule. A cette époque héroïque de la chirurgie, où l'on opérait des fibromes de 20 kilogs, des péritonites au 5^e jour sur des malades non préparés, assommés par le chloroforme, le shock opératoire était toujours impressionnant, et l'on conçoit qu'alors, seuls pouvaient survivre, les malades opérés avec une rapidité foudroyante. Depuis, la chirurgie s'est transformée : l'asepsie, la préparation des malades, les indications opératoires précoces ont renversé le problème ; mais sous prétexte que le malade n'est pas shocké par l'anesthésie locale, bien des opérateurs se sont laissé aller à opérer avec une excessive lenteur. Entre Doyen arrachant un utérus en 8 minutes et Finsterer passant 4 heures à fignoler une gastrectomie, il y a un juste milieu.

Bien des chutes de tension, bien des complications pulmonaires seraient sans doute évitées à ce dernier, s'il abrégait le temps d'immobilisation de son malade sur la table.

Bien des chirurgiens français l'ont compris, et puisqu'il s'agit de gastrectomies, nous avons constaté que le plus grand nombre de succès n'appartient pas à ceux qui sont exclusivement partisans de l'anesthésie locale. Desmarest combine avertine et protoxyde ; Cadenat par adurale et chlorure d'éthyle, Huard utilise l'éther, Delagénère le Schleich, Sénèque l'éther, etc., et leurs résultats sont aussi bons que ceux du célèbre chirurgien viennois.

L'anesthésie locale jouit d'une réputation d'inocuité absolue. Cette réputation est-elle méritée ? Une discussion sur « les accidents graves de l'anesthésie loco-régionale » est à l'ordre du jour et doit faire l'objet d'un prochain rapport à la Société d'Anesthésie et d'Analgésie. Cela suffit à répondre à notre question.

Trois ordres d'accidents peuvent être imputés à l'anesthésie

locale : l'insuffisance de l'exploration, l'infection des tissus, l'intoxication.

L'insuffisance de l'exploration : On opère à l'anesthésie locale une appendicite. Il peut se faire qu'on trouve un appendice sain ; il conviendrait d'explorer le petit bassin, la vésicule biliaire, l'iléon. Mais l'opération a déjà duré assez longtemps, il faudrait se décider à donner une anesthésie générale qui n'a pas été prévue ou que le malade refuse. Bref, on se contente d'enlever l'appendice et on laisse en place un kyste de l'ovaire ou une cholécystite. Ou bien il s'agit d'une pleurésie purulente qu'on se contente de drainer, alors qu'il faudrait réséquer largement plusieurs côtes, effondrer des cloisonnements, nettoyer la cavité pleurale. Combien de panaris sont insuffisamment excisés, combien de doigts sont amputés à la suite d'une incision qui n'a été insuffisante qu'à cause des limites étroites offertes au temps d'exploration par l'anesthésie locale !

Le deuxième inconvénient présenté souvent par l'anesthésie locale est la perte de résistance à l'infection, des tissus distendus par l'infiltration novocainique. Il s'agit souvent d'une faute d'indication. N'insistons pas sur l'inconvénient d'opérer des abcès, des appendicites aiguës à la locale. Les faits sont bien connus, sinon toujours évités ; mais ne voit-on pas parfois suppurer des hernies qui se seraient terminées normalement si le malade avait été endormi ?

On peut se demander si l'anesthésie locale, interrompant les réflexes pour une durée souvent très longue (Leriche), n'est pas capable d'agir sur la défense normale contre une infection minime, si d'autre part les tissus dilacérés, infiltrés, disséqués par l'injection ne sont pas mieux préparés à l'infection que s'ils avaient subi une division franche et rapide. On a vu, assez rarement il est vrai, se développer une gangrène massive des tissus ainsi infiltrés (même en l'absence de toute injection d'adrénaline) et entraîner par exemple l'amputation de la main après résection d'un kyste synovial du poignet (Lainkest.)

Ailleurs, ce sont des œdèmes persistants, généralement sans gravité, mais qui inquiètent et impressionnent désagréablement l'opéré.

Enfin, les succédanés de la cocaïne sont à ce point considérés comme atoxiques qu'on les utilise souvent à des doses considérables. C'est ainsi que l'on emploie des appareils à pompe (Cadenat) ou à pression (J. Ch. Bloch) qui permettent d'injecter sans effort des doses massives (parfois près d'un litre) de solution anesthésiante. Les accidents en vérité sont rares et ne semblent pas être en rapport avec les doses injectées, mais lorsqu'ils surviennent, ils sont rapidement mortels. Récemment, un de nos collègues d'internat mourait subitement à la suite d'une instillation anesthésique dans l'urètre. Martinaud rapportait à la Société d'Anesthésie, le 16 Mars 1935, le cas d'une crise d'asthme mortelle au cours d'une anesthésie locale par badigeonnage de la pituitaire avec une solution de butelline.

Ces accidents, pour exceptionnels qu'ils soient, sont beaucoup plus impressionnants que ceux de l'anesthésie générale. Quand l'accident survient, il n'y a aucun remède, la dose toxique est lancée dans l'organisme. Nous verrons plus loin que l'on fait avec raison le même reproche à l'évipan et à l'avertine administrés à dose massive.

L'anesthésie locale semble avoir donné le maximum de ce qu'on pouvait lui demander, car on l'a utilisée dans toutes les branches de la chirurgie. Depuis peu, elle est même apparue comme jouissant de vertus thérapeutiques imprévues, mais on en a certainement abusé. Avouons aussi qu'elle a été quelquefois employée en raison de l'économie qu'elle représente en supprimant les frais d'un collaborateur supplémentaire. Elle gardera toujours des indications en chirurgie mineure, en neurochirurgie et dans certains cas d'extrême urgence, mais en chirurgie gastrique, en chirurgie thyroïdienne, en chirurgie thoracique par exemple, elle semble appelée à perdre du terrain et à céder la place à l'anesthésie générale, pour le plus grand bien des malades et la plus grande satisfaction des chirurgiens.

LA RACHI-ANESTHESIE

La rachi-anesthésie est apparue en France bien avant la guerre, au moment où l'on commençait à s'émouvoir des accidents du chloroforme. Les premiers essais furent faits à Paris par Chaput. Elle présentait des avantages très nets sur le chloroforme et aujourd'hui encore, elle garde de nombreux et irréductibles partisans.

Il est difficile à un esprit impartial de se faire une opinion exacte sur les avantages et les inconvénients de la rachi-anesthésie. Non pas que les documents manquent, ils abondent ! Mais les conclusions et les statistiques sont en perpétuelle opposition... Les chirurgiens ont en général une opinion absolue sur cette méthode, mais comme pour toutes les publications médicales les échecs font rarement l'objet de travaux d'ensemble et de statistiques.

Quand on étudie les avantages et les inconvénients d'une méthode anesthésique, on peut se placer à deux points de vue : celui du chirurgien et celui du malade. Les avantages de la rachi sont surtout ceux que l'on considère du premier.

Elle supprime complètement la collaboration d'un anesthésiste, et le chirurgien garde pour lui l'entière responsabilité de son acte ; en cas d'urgence, d'organisation insuffisante ou économique, en chirurgie de guerre, cet avantage mérite d'être considéré.

La rachi est rapide et commode. Son action se fait pendant que le chirurgien se lave les mains. Elle procure un relâchement musculaire considérable, ce qui est particulièrement agréable en chirurgie abdominale et en chirurgie des fractures. Elle agit sur le péristaltisme intestinal, ce qui est intéressant dans le traitement des occlusions.

Enfin, le suintement capillaire est diminué, ce qui facilite les grandes opérations gynécologiques et les césariennes.

Tous ces avantages concourent à rendre la rachi une anesthésie élégante, pratique, ne faisant pas perdre de temps.

Ses indications, d'abord limitées à la chirurgie sous-ombilicale, se sont étendues à la chirurgie de l'étage supérieur de l'abdomen, à la chirurgie du thorax, des membres supérieurs et même de la tête. Les derniers progrès réalisés sont l'anesthésie par les solutions visqueuses hypobares, qui permettent l'anesthésie sus-ombilicale et l'hémi-anesthésie, grâce à la diffusibilité de l'anesthésique dont le point spécifique, inférieur à celui du liquide céphalo-rachidien, se stabilise à un niveau donné, suivant l'inclinaison donnée au malade ; enfin l'anesthésie réglable fractionnée qui permettrait d'injecter la dose correspondante à la susceptibilité individuelle du patient.

Ces avantages nombreux et incontestables peuvent-ils entrer en balance avec ses inconvénients ?

Les inconvénients de la rachi sont très nombreux, mais il est extrêmement difficile de les interpréter, car lorsqu'on les oppose à un chirurgien, il répond inmanquablement par une statistique, un produit nouveau ou une méthode personnelle, *et l'on peut être surpris d'entendre vanter une méthode merveilleuse mais parfois dangereuse, quand il s'agit avant tout de ne jamais nuire.*

Les plus chauds partisans de la rachi lui reconnaissent pourtant eux-mêmes des inconvénients qui, aux yeux de certains, suffisent à la condamner.

Sebrechts de Bruges, champion incontesté de la rachi-anesthésie, puisqu'il possède une statistique de plus de 31.000 cas, reconnaît lui-même :

« Un procédé dont le succès dépend de la virtuosité de celui qui l'applique, restera toujours limité à un nombre restreint d'initiés. Dans ces conditions, on peut se demander s'il ne serait pas préférable de renoncer aux rachi-anesthésies hautes. Nous n'hésiterions pas à répondre par l'affirmative si nous connaissions un mode d'anesthésie moins délicat à manier et

assurant au chirurgien et au malade les mêmes avantages qu'une anesthésie rachidienne bien réussie.

Notre expérience personnelle et tout ce que nous avons pu observer dans les meilleurs services chirurgicaux nous permet d'affirmer qu'une telle anesthésie n'existe pas à l'heure actuelle. » (Anesthésie et Analgésie, juin 1935).

Le rachi était donc considéré par son plus ardent défenseur comme un pis aller, supérieur seulement à l'éther ou au chloroforme. Le même auteur reconnaît et regrette l'impossibilité ou l'on est de prévoir l'effet de l'anesthésie qui risque d'être insuffisante ou excessive — « insuffisante parce que l'abolition des divers modes de sensibilité est trop superficielle ou trop peu étendue ou d'une durée trop courte ; insuffisante encore parce que le relâchement musculaire n'est pas obtenu ou parce qu'il disparaît avant la fin de l'opération ; excessive parce que l'abolition de la sensibilité ou le relâchement musculaire que l'on veut obtenir s'accompagnent de phénomènes accessoires désagréables, inquiétants, voire même catastrophiques que l'on préférerait éviter, notamment l'état nauséeux, la dépression circulatoire et les troubles de la respiration. »

Les échecs ou ratés de la rachi sont assez fréquents : ils sont suivant les séries de 2 à 10 %. Quelle que soit la façon dont on l'interprète, il faut donner une anesthésie générale que l'on n'avait pas envisagée ou que l'on voulait éviter.

Ces seuls faits devraient suffire à renoncer à la méthode. Mais il y a bien d'autres raisons :

L'action sur la tension artérielle est toujours importante, même depuis que l'on utilise l'éphédrine. On observe beaucoup moins d'accidents grave d'hypotension, mais il faut connaître d'autre part quelques cas assez rares d'hypertension considérable tout à fait inexplicable. C'est à l'hypotension qu'on attribue « l'orage » de Chaput qui est bien connu : il apparaît un quart d'heure environ après l'injection, il se manifeste par une sensation d'angoisse, des sueurs froides,

des nausées, des vomissements qui peuvent gêner l'opérateur. Il n'est en général que passager comme son nom l'indique, mais il laisse au patient un souvenir extrêmement pénible.

Après la rachi-anesthésie on observe parfois, assez rarement il est vrai, des séquelles telles que : céphalée persistante, troubles sphinctériens, paralysies du moteur oculaire externe. On observe aussi de temps à autre des paraplégies, des parésies des membres inférieurs, des troubles psychiques.

Ce ne sont là que des inconvénients ; il y a des dangers.

Les cas de mort par rachi ne se comptent plus. Le pourcentage en est difficile à établir. Suivant les statistiques plus ou moins plus optimistes, il varie entre 0,1 et 1 %.

L'une des plus récentes, celle de Robert Monod (Anesthésie et Analgésie 1 ; 4 ; p. 396) porte sur 100 anesthésies lombaires et contrôlables. Elle accuse :

84 anesthésies parfaites ;

8 bonnes ;

4 passables ;

3 échecs ;

1 mort.

La dernière observation mérite d'être rapportée intégralement :

« Il s'agissait d'une femme de 48 ans qui devait être opérée pour un fibrome utérin ; tous les examens préalables avaient été favorables : bon dosage d'urée, tension 19-11, pas de lésion cardiaque mais grande émotivité. On fit 3 centigrammes d'éphédrine préventive et 1 centigramme de sédol. La malade est grasse et la P.L. est difficile en position latérale droite ; on injecte 3 cc. de pantocaïne sans être certain d'avoir pratiqué une injection correcte ; après une demi-heure, aucune anesthésie, la tension est restée à 19-11. Après 3/4 d'heure, l'anesthésie étant absolument nulle même aux pieds, on décide de pratiquer une deuxième ponction avec injection supplémentaire ; 1,5 cc. sont injectés. Cette fois, presque instantanément, et maigré

l'inclinaison immédiate, on assista à un véritable déclenchement de l'anesthésie, qui gagna rapidement le bulbe et entraîna la mort en quelques secondes par paralysie respiratoire. C'est en vain que pendant 3 heures tout fut mis en œuvre... L'injection intra-cardiaque d'adrénaline parvint à faire battre le cœur quelques minutes, mais malgré la respiration artificielle avec l'appareil de Panis, malgré l'anhydride carbonique en inhalation et sous la peau, la caféine, la coramine, la lobeline, une deuxième injection intra-cardiaque d'adrénaline, il fut impossible de ranimer la malade. »

Une telle observation ne manque pas d'être impressionnante surtout si l'on considère que la dose injectée est reconnue par Sebrechts comme inférieure à la dose toxique, et que l'échec de la première injection permettait de classer la patiente parmi les rachi-résistants.

Dans l'ensemble, la rachi-anesthésie est une méthode facile, agréable pour le chirurgien, mais toujours pénible, parfois mortelle, pour le malade. Elle a pu rendre de grands services en l'absence de mieux. Mais depuis que nous possédons une anesthésie générale parfaite et sans danger, l'anesthésie au cyclopropane, il est temps de se rappeler que la chirurgie a été faite pour les malades et non pour les chirurgiens.

L'ANESTHESIE PARA-DURALE

Imaginée par Dogliotti de Turin, la technique de l'anesthésie para-durale consiste à injecter une solution de novocaïne dans l'espace péri-dural pour bloquer les racines à leur sortie de l'étui dure-mérien et, par diffusion à travers les trous de conjugaison, à imprégner les rami communicantes et la chaîne sympathique. Du point de vue physiologique, elle est absolument superposable à l'anesthésie épidurale sacrée, utilisée depuis longtemps en chirurgie périnéale.

C'est donc une anesthésie régionale mais applicable à l'étage supérieur de l'abdomen et du thorax, donc comparable par ses indications à la méthode de Pitkin.

Les avantages de cette méthode sont théoriquement considérables : Suppression de l'action sur les centres médullaires ; suppression des risques de diffusion par l'intermédiaire du liquide céphalo-rachidien et comme conséquence des signes d'intoxication bulbaire ; localisation de l'anesthésie dans un segment prévu réalisant une anesthésie régionale type ; par la diffusion de la solution au-delà des trous de conjugaison, atteinte des rami communicantes et des ganglions sympathiques réalisant à la fois une anesthésie du système spinal et du système sympathique.

Cette anesthésie semble donc réunir tous les avantages de la rachi sans en avoir les inconvénients. Elle est apparue lors des premières expériences comme une méthode d'avenir. Elle n'eût pourtant qu'une très courte vogue, et n'est plus utilisée qu'exceptionnellement.

Deux raisons expliquent l'abandon de cette intéressante anesthésie : la difficulté de sa technique et la possibilité d'accidents graves. La technique en a été plusieurs fois modifiée ; au début, Dogliotti utilisait une simple aiguille à ponction lombaire et recherchait l'espace péri-dural en injectant du sérum à mesure que l'aiguille avançait. Dès que l'injection se

faisait librement, il injectait la solution anesthésiante, après s'être assuré par l'aspiration qu'il n'était pas dans l'espace sous-arachnoïdien.

Sebrechts procède différemment : il pratique d'abord une ponction lombaire, puis retire l'aiguille jusqu'à disparition de l'écoulement. A ce moment, on constate l'aspiration de la dernière goutte perlant au pavillon de l'aiguille. Cette aspiration indique que la pointe de l'aiguille se trouve bien dans l'espace péri-dural où existe une pression négative.

Une méthode plus sûre a été imaginée par Zorraquin. Elle consiste à repérer l'espace péri-dural à l'aide d'un manomètre adapté au pavillon de l'aiguille à la manière d'un manomètre de Claude, mais pouvant enregistrer les pressions négatives. L'existence de cette dépression manométrique indiquant que l'on est dans le bon espace a été interprétée de différentes façons. Il est vraisemblable que le « vide épidual » est créé artificiellement par le décollement que produit la pointe de l'aiguille venant buter sur la dure-mère. Quoi qu'il en soit, il est constant mais très variable dans son amplitude ; il varie entre 1/2 et 25 cm. d'eau. Pour éviter de perforer la dure-mère, Oudart utilise un mandrin creux, mousse, inspiré de celui de Kuss, employé pour les insufflations pleurales.

Grâce à ce très ingénieux dispositif, on peut repérer de façon très sûre, la position de l'aiguille par rapport à la dure-mère et injecter dans l'espace épidual des doses de novocaïne qui seraient mortelles si l'on poussait l'aiguille plus avant de 1 ou 2 millimètres. Cette proximité a quelque chose d'effrayant. Plusieurs accidents mortels sont survenus du fait d'une faute de technique et justifient l'appréhension que l'on est en droit d'avoir pour cette nouvelle anesthésie. Il faut considérer ces morts comme un tribut payé à la méthode par les premiers expérimentateurs vraiment audacieux. Mais, répétons-le, grâce à la méthode de Zorraquin améliorée par Oudart, puis par Cadenat, le risque d'injection dans l'espace sous-arachnoïdien

est exceptionnel, et il y a d'autres raisons d'abandonner l'anesthésie paradrurale.

En premier lieu, il est des cas où même avec une certaine expérience, on ne peut réussir l'injection, soit que l'aiguille ait été poussée trop loin et ait donné issue à du liquide céphalo-rachidien, soit que la dépression soit trop faible. Force est bien dans ces cas d'abandonner l'injection épidurale et d'avoir recours à la rachi. Notre expérience personnelle, qui comporte une trentaine de cas, et celle du Professeur Cadenat qui dépasse la centaine, nous ont montré un pourcentage d'environ $1/4$ d'échecs. D'autre part, il est des cas où une injection correctement effectuée donne une anesthésie insuffisante ou nulle. Nous retrouvons ici les inconvénients de la rachi-anesthésie, que la péri-durale avait la prétention d'éviter.

Enfin, l'on a dit que l'anesthésie para-durale était exempte des accidents d'hypotension et des phénomènes d'asphyxie parfois observés au cours de la rachi. Ceci est une erreur qu'il convient de souligner et de faire connaître à ceux qui seraient tentés de refaire des expériences dangereuses pour leurs malades. On observe de temps à autre comme au cours de la rachi une hypotension brutale s'accompagnant de tous les inconvénients de « l'orage » de Chaput. Desplas, lors d'une discussion à la Société de Chirurgie (7-3-34), rapporte les résultats de sa courte expérience : « J'ai fait 6 anesthésies épidurales dont 4 avec insuccès complet. Dans le dernier cas, chez une femme chez laquelle je voulais intervenir pour lésions ulcéreuses de la petite courbure, j'ai fait une injection épidurale dans les mêmes conditions que les autres, et j'ai eu des accidents tout à fait émouvants, non seulement ceux que l'on a quelquefois quand on fait une rachi, mais pendant quatorze jours, cette malade a présenté des troubles nerveux analogues à ceux qui sont secondaires à un traumatisme important de la colonne vertébrale : à un hémato-rachis. La malade a présenté des phénomènes d'irritation radiculaire typique avec paraplégie,

troubles réflexes, irritation du nevraxe. En résumé, sur 6 anesthésies épidurales hautes, j'ai eu 1 bon résultat, 4 nuls et un accident grave. »

Dans ces conditions, l'effort du chirurgien qui réussit une anesthésie dont la technique est souvent plus compliquée que l'opération elle-même n'est pas justifié, et il paraît sage d'abandonner l'anesthésie paradurale au même titre que la rachianesthésie.

L'ANESTHESIE AU CHLOROFORME

Utilisé pour la première fois par Simson en 1847, le chloroforme a été pendant 50 ans l'anesthésique unique. C'est lui qui a permis la naissance et l'évolution de la chirurgie pastoriennne. A ce titre, il doit être considéré comme un ancêtre vénérable. C'est en 1908 qu'après les travaux de Fiessinger et Abrami, Gosset, dans son rapport au Congrès sur la chirurgie des voies biliaires, jetait le cri d'alarme et condamnait formellement le chloroforme chez tous les malades dont la cellule hépatique pouvait être altérée. A la Société de Chirurgie, Quénu, la même année, confirmait les accusations de Gosset, et ce fut la débâcle du vieux chloroforme, le début de l'éthérisation, la naissance de l'appareil d'Ombrédanne.

Il est indiscutable que le chloroforme est responsable de bien des morts par syncope, par ictère grave, par broncho-pneumonie, qu'il est le seul capable de tuer subitement par « syncope blanche » à dose minime dès l'aspiration de la première bouffée. Il est de toute évidence le plus dangereux des anesthésiques ; et pourtant il est encore très largement employé. Pourquoi ?

Tout d'abord, il faut considérer qu'à l'époque où l'on a commencé à le critiquer, le chloroforme était administré d'une façon primitive, brutale et que de nombreux accidents sont imputables à la méconnaissance où l'on était alors des grands principes physiologiques de l'anesthésie générale. D'autre part jusqu'à la découverte du cyclopropane, le chloroforme était le plus puissant des anesthésiques, le seul capable d'endormir « à fond » très rapidement, sans période d'excitation, le malade le plus réfractaire — et ceci à des concentrations inférieures à 10 %. Aussi est-on amené à se demander s'il ne serait pas considéré comme le meilleur des anesthésiques si on le découvrait aujourd'hui, s'il nous était présenté intact, débarrassé de ce lourd passé d'accidents mortels et du spectre de la syncope blanche.

Sans vouloir le réhabiliter, de nombreux chirurgiens émus des accidents de l'éther, de l'évipan, des inconvénients du protoxyde d'azote, sont revenus au chloroforme. En obstétrique, il est utilisé journellement, administré « à la reine » dans la plupart des maternités parisiennes. En chirurgie infantile, chez le nourrisson, c'est encore lui qui est de beaucoup le plus employé. Enfin, comme anesthésique de complément, chez les malades endormis à l'éther, au chlorure d'éthyle ou à l'évipan et qui se mettent à pousser au cours de l'opération, c'est au chloroforme qu'on a recours. En chirurgie thoracique, en particulier pour les thoracoplasties, certains chirurgiens l'utilisent de préférence à tout autre, à cause de la nécessité d'une anesthésie très calme que ne procure ni l'éther ni le protoxyde d'azote. Enfin, son emploi est déguisé, si l'on peut s'exprimer ainsi, dans la plupart des mélanges anesthésiques : le Schleich en contient 20 %, le balsoforme 20 % et nous verrons plus loin que ces mélanges ne sont pas exempts du risque de syncope blanche.

En somme, malgré tous les méfaits dont on l'a chargé, bien qu'il soit universellement reconnu comme le plus dangereux de tous, le chloroforme est encore utilisé sur une très grande échelle. Ceux qui l'utilisent sont pourtant avertis de ses dangers. On ne peut pourtant pas les accuser d'inconscience. S'ils sont revenus au chloroforme, c'est à cause du manque de confiance qu'ils avaient dans les autres anesthésiques ; c'est que le chloroforme était, avant le cyclopropane, le seul anesthésique sur lequel on puisse toujours compter, le seul qui soit toujours capable d'endormir un malade et de donner dans tous les cas une anesthésie calme. Le fait qu'on l'utilise encore, en faisant courir au malade les plus grands risques, est la preuve de l'infériorité des autres produits anesthésiques courants.

L'ANESTHESIE A L'ETHER

L'anesthésie à l'éther est la plus répandue actuellement en France. En chirurgie générale, elle a, depuis près de 30 ans, pris la place du chloroforme dans la plupart de nos salles d'opération. Son succès est dû avant tout à la facilité, à la simplicité de son emploi grâce à l'appareil d'Ombredanne. Cet appareil présente une graduation qui est toujours la même pour tous les malades. Ceci explique l'abus qu'on en a fait en le mettant entre toutes les mains.

Ce procédé présente sur tous les autres une supériorité, celle de ne donner presque jamais d'accidents graves immédiats. Le seul qui survienne de temps à autre est la syncope asphyxique, encore est-elle toujours due à une faute grossière de technique, et n'est-elle presque jamais mortelle.

Au point de vue toxique, l'éther est nettement moins dangereux que le chloroforme. Mais si l'anesthésie se passe généralement sans accident grave, il n'en est pas de même dans les jours qui suivent : l'éther porte la responsabilité de bien des accidents pulmonaires. Certes, la pratique de l'anesthésie locale en chirurgie gastrique a montré qu'on avait beaucoup exagéré le rôle de l'éther dans la genèse de ces complications, et d'autre part l'étude récente de la polypeptidémie post-opératoire a permis d'expliquer la pathogénie d'une grande partie des pneumopathies jusque-là attribuées à l'anesthésie. Il n'en reste pas moins que l'éther, par le refroidissement qu'il provoque en s'évaporant au niveau des alvéoles et surtout par l'inspiration des mucosités bucco-pharyngiennes toujours abondantes, favorise hautement l'apparition de broncho-pneumonies qui peuvent être mortelles.

D'autre part, son action toxique sur le foie et les reins pour être moindre que celle du chloroforme, n'est cependant pas négligeable. Après les éthérisations prolongées, il n'est pas rare de voir survenir un ictère ou une néphrite qui peuvent être fatals chez un malade peu résistant.

Enfin, son action sur la circulation se manifeste parfois par une hypotension artérielle que les malades shokés ne sont pas toujours capables de supporter.

Bref, les accidents dus à l'éther ne se manifestent guère que pendant les suites opératoires et ne sont pour cette raison pas toujours mis sur le compte de l'anesthésie. Mais ils apparaissent avec évidence sur des statistiques portant sur un grand nombre de cas et établies de façon parfaitement impartiale. On verra plus loin sur des tableaux les proportions relatives des diverses complications post-opératoires dans une série de 2.200 anesthésies à l'éther et de 2.200 anesthésiés au cyclopropane. La supériorité de ce dernier est éclatante (page 155).

Mais ce n'est pas là la plus sévère critique que l'on puisse faire à l'éther. Mise à part la question si importante des complications et des accidents, la valeur d'une méthode peut se mesurer au pourcentage de bonnes anesthésies.

L'anesthésie idéale est celle qui donne 100 % d'anesthésies parfaites. Nous verrons que le cyclopropane réalise ce pourcentage. Avec l'éther, quelle est la proportion d'anesthésies parfaites ? A peine la moitié. Sans doute, un anesthésiste expérimenté, endormant un malade bien préparé, même sans anesthésie de base, peut obtenir 60 à 70 % de bonnes narcoses, mais combien de malades qui présentent la terrible période d'excitation du début, combien de malades qui poussent !

La période d'excitation, en particulier chez les malades alcooliques, ne peut être toujours évitée, même par un anesthésiste entraîné. Non seulement elle est très pénible pour le patient, mais elle peut aggraver des lésions telles que les fractures de jambe, provoquer la chute d'un malade qu'on n'arrive pas toujours à maintenir de force sur la table.

La poussée abdominale est extrêmement désagréable pour l'opérateur. On peut même dire sans exagération qu'elle est la terreur du chirurgien. Quoi de plus fastidieux que ces opérations où l'on est obligé d'attendre que le malade dorme pour pouvoir

enfin refouler les anses intestinales à l'aide des champs. Quoi de plus pénible que de lutter contre la contracture des muscles abdominaux pour fermer une paroi ? On est souvent amené à faire usage d'instruments puissants mais brutaux tels l'entérostat, la semelle, les fils de bronze. Ces trois procédés sont inélegants, traumatisants et combien dangereux. Les accidents provoqués par la poussée abdominale sont bien connus ; il convient pourtant de les rappeler à propos de l'anesthésie à l'éther : Si l'opéré pousse, le chirurgien qui est responsable, mais n'a pas toujours pu suivre l'évolution de l'anesthésie, considère que celle-ci est insuffisamment profonde et exhorte l'anesthésiste à « monter à 8 ». C'est souvent une erreur, parfois une catastrophe. Il y a des malades qui poussent parce qu'ils manquent d'oxygène ou parce qu'ils respirent un mélange trop riche en CO^2 : *Ce qui n'empêche pas qu'ils aient dépassé la concentration maxima en éther*. Si l'anesthésiste, non prévenu du danger ou affolé, au lieu de retirer l'appareil, augmente la dose d'éther ou applique plus hermétiquement le masque, c'est la syncope bleue.

Lors de l'ouverture de l'abdomen, la poussée abdominale peut causer l'issue massive hors du ventre des anses intestinales. Cette éviscération est parfois mortelle, toujours elle aggrave lourdement les suites opératoires. Soit qu'elle provoque une faute d'asepsie, soit qu'elle crée un shock supplémentaire par refroidissement ou par hypotension artérielle brusques. Dans tous les cas, elle prolonge l'intervention et limite le temps d'exploration. Quelquefois, par sa soudaineté et sa force quasi-explosive, elle est capable de déchirer une suture, de rompre une adhérence ou un cloisonnement.

Lors de la fermeture de la paroi, non seulement les difficultés recommencent, mais des accidents terribles peuvent survenir à l'insu du chirurgien. Ce peut être la blessure d'une anse provoquant une péritonite mortelle dont la cause a bien des chances de ne pas être portée au passif de l'éther. Ce peut être une

occlusion, une éventration. Ces accidents, qui se manifestent quelques jours après l'opération, sont bien loin d'être exceptionnels; tous les chirurgiens les ont observés maintes fois. Evidemment ils comportent à l'origine une faute de technique, mais celle-ci n'a été possible qu'en raison des difficultés opératoires supplémentaires inhérentes à un mode d'anesthésie défectueux.

La poussée abdominale est donc le plus grand inconvénient de l'anesthésie à l'éther. Sans lui, l'appareil d'Ombrédanne aurait fait le tour du monde. Au lieu de cela, il est absolument inconnu à l'étranger, et c'est d'Amérique et d'Angleterre que nous viennent les méthodes qui doivent le faire disparaître.

En Allemagne, en Autriche, l'éther est encore parfois utilisé, mais il est donné à la compresse ou à l'aide d'appareils dosimétriques. En Angleterre et en Amérique, le flacon d'éther est un accessoire de secours placé sur les appareils à gaz, mais beaucoup moins utilisé que le chloroforme qui ne l'est lui-même qu'exceptionnellement.

L'appareil d'Ombrédanne a fait faire un très grand progrès à l'anesthésie et il est apparu comme inégalable... en 1908. Mais en 1937, il est inadmissible que l'on se contente encore d'un instrument aussi désuet. Il existe depuis peu en France des appareils dosimétriques permettant d'administrer l'éther en proportions connues avec l'oxygène et le gaz carbonique. Mais si l'on doit changer l'appareil, il vaut autant changer le produit anesthésique, puisque, même bien administré et bien dosé, l'éther reste une anesthésie pénible pour le patient, souvent insuffisante pour le chirurgien.

L'ANESTHESIE AU CHLORURE D'ETHYLE

Le chlorure d'éthyle ou kélène est encore très couramment employé en petite chirurgie et en oto-rhino-laryngologie. Il est très peu toxique, donne une anesthésie et un réveil rapides. C'est un anesthésique commode, pouvant être donné à la compresse.

En grande chirurgie, il est beaucoup moins répandu. Quelques chirurgiens l'utilisent pourtant à l'aide d'appareils perfectionnés, d'un maniement assez simple. Néanmoins, il ne peut toujours donner une anesthésie suffisante et il est indispensable d'y adjoindre un dispositif permettant de compléter la narcose par du chloroforme. Il arrive en effet assez souvent que le kéliène ne parvienne pas à procurer le relâchement musculaire indispensable à la chirurgie abdominale. Ce n'est donc pas un anesthésique se suffisant toujours à lui-même, puisque dans 15 % des cas (Caillaud), on ne peut obtenir l'anesthésie suffisante sans le secours du chloroforme.

Avec l'éther, avec le chloroforme, la résolution musculaire s'obtient par l'augmentation progressive des doses. Avec le chlorure d'éthyle, quand l'augmentation a atteint les limites maxima (ceci est le point délicat de la technique), il est préférable de ne pas pousser l'anesthésie, car au lieu de la résolution, se serait la *contracture* qui pourrait se produire.

La contracture est le terrible danger du chlorure d'éthyle. Elle survient parfois brusquement au réveil, bloquant le diaphragme, serrant les mâchoires, fermant la glotte.

Les accidents mortels furent très nombreux par ce mécanisme, toujours conséquence d'un hyper-dosage. Il faut bien connaître les dangers de cette anesthésie, réputée inoffensive, et ne la confier qu'à un anesthésiste compétent, utilisant un appareil précis; en tout cas, il faut proscrire formellement les appareils « en vase clos ».

LES MELANGES ANESTHESIQUES

Si, pour endormir un malade, plusieurs produits sont administrés simultanément ou successivement, leurs effets anesthésiques s'additionnent et non leurs effets toxiques. Ce grand principe, connu depuis longtemps, est certainement exact, mais il n'a pas toujours été mis correctement en pratique. Pour que son application soit rationnelle, il faut que chaque produit anesthésique soit donné à une dose inférieure à sa dose anesthésiante propre. La méthode de l'anesthésie de base réalise parfaitement ces conditions et prouve l'exactitude du principe.

Avant la découverte des anesthésies par voie rectale et intra-veineuse, alors qu'on ne disposait que des anesthésiques volatils et du protoxyde, on pouvait faire bénéficier le patient des avantages respectifs de plusieurs d'entre eux de la façon suivante : Pour le début, utiliser le protoxyde ou le kélène, qui sont les moins désagréables, les plus rapides, de façon à atteindre la perte de connaissance, l'analgésie ; au bout de quelques secondes, changer d'appareil et administrer de l'éther ; on endort ainsi le malade beaucoup plus vite et on observe moins souvent la période d'excitation. Enfin, si le malade pousse ou dort mal, remplacer l'éther par le chloroforme.

Cette méthode évite le désagrément du début de l'anesthésie à l'éther, mais elle complique beaucoup la technique ; aussi a-t-elle cédé le pas à celle des mélanges anesthésiques dont le succès fut et reste encore aussi étendu qu'injustifié. Cette technique repose sur un principe exact, incorrectement appliqué. Elle est dangereuse. Elle consiste à employer, à l'aide de l'appareil d'Ombrédanne, un mélange préparé à l'avance de chlorure d'éthyle, d'éther et de chloroforme. Les proportions de ce mélange varient :

Dans le Schleich, il y a :

Ether	60 parties
Chloroforme	20 —
Chlorure d'éthyle	10 —

Dans le mélange de Billroth :

Chloroforme	100 parties
Ether	30 —
Alcool	30 —

Dans le mélange A.C.E., autrefois utilisé en Angleterre :

Alcool	1 partie
Chloroforme	2 —
Ether	3 —

Mais, de tous, celui dont le succès fut le plus grand est le Balsoforme. Ce dernier mélange comporte :

Ether	6 parties
Chloroforme	2 —
Chlorure d'éthyle	1 —
Goménol	0,6 —

C'est exactement du Schleich, auquel on a ajouté un peu de goménol. A quoi répond l'introduction d'un quatrième produit aussi inattendu que le goménol ? A l'intention de rendre le mélange plus antiseptique ? De tuer les germes responsables de broncho-pneumonie post-opératoire ? On peut être surpris d'une intention aussi puérile, le goménol étant un des plus faibles et l'éther un des plus puissants antiseptiques ! il y a lieu surtout de s'étonner du succès remporté auprès du corps médical par un produit reposant sur un tel principe.

Le Balsoforme a été présenté comme un produit anesthésique nouveau pouvant être administré, comme l'éther, avec l'appareil d'Ombrédanne. Il était donc paré de deux grandes qualités : la facilité et la nouveauté ; mais en réalité, ce n'était que le vieux Schleich déguisé, avec tous ses inconvénients et ses dangers.

Le danger des mélanges anesthésiques administrés de cette

manière massive apparaît de façon presque évidente. Le grand principe des anesthésies successives administrées à dose minima n'est plus appliqué. Les trois produits volatils mélangés dans l'appareil d'Ombredanne s'évaporent à des températures différentes. Au début de l'anesthésie, le malade absorbe en abondance le plus volatil des trois, le chlorure d'éthyle. Cela lui procure certes une anesthésie rapide, mais il respire en même temps de l'éther et du chloroforme. Donc, aux inconvénients et aux dangers du kélène s'ajoute le risque de la syncope blanche, qui est indépendante de toute question de dose. L'anesthésie étant obtenue, l'anesthésiste cherche à l'équilibrer, c'est-à-dire à conserver un état de narcose suffisant avec un dosage minimum, comme il ferait avec l'éther. Pour cela, il maintient la graduation de l'appareil d'Ombredanne au chiffre 2, 3 ou 4, suivant le malade. De fait, pendant la première demi-heure, le malade respire un mélange extrêmement riche en éther, dont tout le chlorure d'éthyle a disparu, mais qui, à mesure que l'anesthésie se prolonge, *s'enrichit de plus en plus en chloroforme*, celui-ci étant le moins volatil des trois. Si bien qu'au bout d'un certain temps, le malade ne respire plus que du chloroforme pur, *avec un dosage établi pour un anesthésique bien moins puissant : l'éther*. Il en résulte qu'il subit à peu près sûrement un hyper-dosage au chloroforme. Ceci nous permet d'affirmer que cette manière d'opérer est infiniment plus dangereuse que l'anesthésie au chloroforme seul.

D'ailleurs, les faits confirment ces considérations théoriques. Les syncopes graves au cours de l'anesthésie au Balsoforme sont extrêmement fréquentes si l'anesthésie n'est pas confiée à un anesthésiste entraîné au maniement du chloroforme. En l'espace de trois mois, nous avons observé à Lariboisière, dans le service du Docteur Cadenat, sur une centaine d'anesthésies au Balsoforme, trois syncopes graves et une dizaine d'incidents sérieux. Il s'agit donc d'une méthode dangereuse à proscrire définitivement.

L'ANESTHESIE AU PROTOXYDE D'AZOTE

L'anesthésie au protoxyde d'azote réalise ce paradoxe de jouir à la fois de la meilleure réputation et de la moindre faveur. A quoi tient cette contradiction choquante ? Il est bien difficile de répondre à une question si souvent posée. La difficulté de se procurer le gaz, la nécessité de disposer d'un anesthésiste de profession ne sont pas des raisons suffisantes, puisque certains chirurgiens utilisent le protoxyde depuis des années avec les seuls moyens dont on dispose actuellement dans les hôpitaux parisiens :

Desmarest a fait construire, il y a 15 ans, un appareil très simple : un tube de protoxyde, un tube d'oxygène s'ouvrent directement dans un ballon relié au grand masque bucco-nasal. Le maniement de cet appareil nécessite une certaine expérience puisqu'il ne comporte ni détendeur ni débimètre. Sa trop grande simplicité aurait-elle porté au protoxyde le même préjudice que l'appareil d'Ombredanne à l'éther ? Si l'on avait toujours administré le protoxyde avec un appareil plus précis, la technique de la narcose eût été plus simple et les accidents plus rares. Ne serait-ce pas plutôt la faute de la personnalité de celui qui fut en France le propagandiste du protoxyde, et dont on ne voulait pas suivre l'exemple après l'avoir tant attaqué, ou bien celle des producteurs qui se sont longtemps refusé à faire l'effort commercial nécessaire au lancement et à la publicité d'un produit nouveau ? Ces arguments pouvaient être invoqués aussitôt après la guerre, mais aujourd'hui, ils ne sont plus valables, et la défaveur du protoxyde d'azote persiste. Certes, il est toujours très difficile de faire renaître la confiance une fois qu'elle a été, même partiellement, perdue. Comme pour le chloroforme, comme pour le chlorure d'éthyle et (nous le verrons plus loin) pour le bromure d'éthyle, le protoxyde d'azote a été très critiqué à ses débuts et il portera toujours le poids de cette disgrâce originelle. Néanmoins, depuis quelques

années, il faut reconnaître qu'un gros effort a été fait pour en étendre l'emploi. De nombreuses publications ont vanté ses mérites. Quelques appareils nouveaux ont facilité son administration, bref, le protoxyde d'azote a, depuis peu, quelques nouveaux partisans.

Il est reconnu qu'il est absolument dépourvu de toxicité, qu'il donne une anesthésie très agréable pour le patient, qu'il ne lèse aucun organe, qu'il s'élimine presque instantanément. Ces qualités suffisent à le placer bien au-dessus des anesthésiques précédents. Il serait parfait s'il ne présentait deux inconvénients: l'absence de relâchement musculaire, la possibilité de syncopes.

Ce sont ces deux défauts qu'il convient de rendre responsables de l'abandon du protoxyde par certains chirurgiens qui l'avaient loyalement expérimenté au début. Ce sont eux qu'il convient de bien mettre en évidence pour opposer le protoxyde au cyclopropane.

L'absence de relâchement musculaire au cours de l'anesthésie au protoxyde est un fait constant et inévitable. Nous avons suffisamment insisté, à propos de l'éther, sur les inconvénients et les dangers de la « poussée » en chirurgie abdominale pour ne pas y revenir.

Le protoxyde augmente l'amplitude respiratoire, et cette amplitude est encore accrue par le manque d'oxygène qu'exige la concentration active (80 à 90 %) et par l'accumulation de CO^2 , du moins dans les appareils à « rebreathing » complet.

Cet inconvénient oblige le praticien à associer au protoxyde un produit, qui peut être un anesthésique de base ou un anesthésique de complément.

Si l'on utilise une anesthésie de base telle que l'avertine ou le rectidon, on obtient d'assez bons résultats dans la plupart des cas. Mais le protoxyde n'est plus qu'un gaz de renfort venant suppléer à une anesthésie préexistante. Ce serait parfait si l'anesthésie de base donnait d'une façon prévue un résul-

tat déterminé ; en réalité celle-ci est administrée avant l'opération et donne un sommeil dont la profondeur est extrêmement variable. Presque suffisante à elle seule chez certains malades, elle donne chez d'autres un résultat à peu près nul et c'est précisément dans ce cas que le protoxyde risque d'être insuffisant. Nous verrons plus loin, en étudiant le principe de l'anesthésie de base que celle-ci doit amener le malade *au seuil de l'anesthésie* mais que l'anesthésie supplémentaire doit posséder une *puissance suffisante* pour endormir à fond un malade résistant. Si, au contraire, on utilise le protoxyde comme anesthésique « starter » on doit compléter par de l'éther et l'on perd du même coup son gros avantage qui réside précisément dans l'absence des dangers de l'éther.

C'est cette insuffisance de puissance anesthésiante et la possibilité de syncopes qui rendent assez délicate cette anesthésie.

Les syncopes au cours de l'anesthésie au protoxyde sont extrêmement fréquentes si l'on considère comme telles les phases d'apnée subite du début. Ce ne sont pourtant pas à proprement parler des syncopes. Il suffit d'en être averti pour savoir qu'il n'y a qu'à retirer immédiatement le masque et à exprimer la cage thoracique pour voir réapparaître aussitôt une inspiration spontanée. Cet incident, répétons-le, est sans gravité, mais suffisamment impressionnant pour avoir contribué à entraver l'extension du protoxyde.

Les véritables syncopes sont rares, mais il faut dire bien haut leur existence pour ne pas être accusé de les avoir dissimulées. Nous avons récemment réuni quatre cas de syncopes mortelles dues au protoxyde (1). Dans les deux cas auxquels nous avons assisté, la mort est survenue subitement tout au début de l'anesthésie malgré la mise en œuvre de tous les moyens habituels de

(1) J. SABOURIN : L'Anesthésie chirurgicale à l'aide des gaz comprimés. A propos de 4 cas de syncopes mortelles. (*Gazette Médicale de France*, 1-2-37.)

réanimation ; dans les deux cas la syncope n'avait pas été précédée de cyanose et le pouls s'est arrêté en même temps que la respiration. Ces quatre observations sont discutables évidemment puisqu'elles ne comportent ni examen pré-opératoire, ni autopsie. Il n'en reste pas moins attaché à elles une impression de crainte absolument ineffaçable. Nous n'avons pas cherché à dénombrer les cas de mort au cours de l'anesthésie au protoxyde — (une vingtaine de cas environ ont été publiés à notre connaissance). (1).

Quel est le mécanisme de la mort ? S'agit-il d'une action toxique sur le myocarde ou bien s'agit-il de syncope banale due à la privation d'oxygène ? En principe on commence à endormir le patient en lui faisant respirer du protoxyde pur ; l'analgésie est obtenue en quelques secondes. Pour obtenir l'anesthésie chirurgicale il faut attendre environ un quart d'heure et cher-

N²O

cher par tâtonnements la concentration ———, comportant la plus
O²

grande quantité possible d'oxygène. Or aux concentrations actives (90 % de protoxyde pour 10 % d'oxygène), le malade risque fort d'être privé d'oxygène. Il est en réalité d'un bout à l'autre de l'anesthésie dans un état d'anoxémie relative dont la mesure n'est donnée que par le degré de cyanose. Cette indication n'est pas d'une grande valeur puisque, d'une part la cyanose ne se mesure pas mais s'apprécie d'une façon très grossière, d'autre part, qu'elle indique non pas le manque d'oxygène dans le mélange mais le manque d'oxygène dans le sang. C'est pourquoi entre le moment où la proportion d'oxygène du

(1) BOYS : Mort par le protoxyde oxygène. (*Journal de Chirurgie*, tome 8, page 636.)

OLOW : 2 cas de mort par le protoxyde oxygène. (*Journal de Chirurgie*, tome 8, page 636.)

HAHN : Mort au cours de l'anesthésie au protoxyde. (*Journal de Chirurgie*, tome 8, page 57.)

mélange est modifiée dans l'appareil et celui où cette modification s'inscrit sur le visage du patient, il s'écoule un certain temps pendant lequel ce dernier échappe à tout contrôle. D'autant plus que l'anoxémie peut être due à une autre cause (altération de l'épithélium pulmonaire, altérations globulaires, stase circulatoire, altérations tissulaires). La cyanose paraît donc un guide imprécis et insuffisant dans l'appréciation des besoins d'oxygène.

Un certain progrès a été réalisé par l'adjonction à l'appareil de Desmarest d'un obus d'anhydride carbonique. Ce dernier gaz possède la propriété d'augmenter la ventilation pulmonaire en accélérant le rythme et en augmentant l'amplitude respiratoire. En cas de manque d'oxygène dans le mélange, on peut grâce à lui, diminuer le risque en augmentant *dans le temps* la quantité d'oxygène inhalée. Mais on a bien souvent abusé de son emploi en oubliant que le CO^2 s'il permet à très faible dose une meilleure utilisation de l'oxygène, ne peut en aucun cas le remplacer. Il ne faut pas non plus oublier qu'il n'a une action rapide et efficace que si le patient en était privé jusque-là, ce qui n'est jamais le cas, dans les appareils en vase clos où chaque expiration apporte une nouvelle quantité d'anhydride carbonique qui va s'accumuler dans le ballon.

De ces considérations, il résulte que les appareils destinés à l'anesthésie au protoxyde doivent comporter nécessairement un dosage rigoureux de la quantité d'oxygène et de CO^2 .

Deux types d'appareils peuvent par des moyens différents réaliser ces conditions :

L'appareil à circuit ouvert et à débit continu, comportant 3 débimètres et une valve expiratoire.

L'appareil à circuit fermé avec dispositif d'absorption de CO^2 .

Ces deux types d'appareils sont les seuls utilisés à l'étranger ; grâce à eux tout risque d'erreur dans le dosage des gaz paraît être évité. S'il était prouvé que les cas mortels sont uni-

quement dus à une concentration défectueuse, on pourrait grâce à ces appareils être délivré de ce souvenir obsédant.

Il n'en reste pas moins que pour obtenir une anesthésie toujours insuffisante en chirurgie abdominale à cause de la poussée, toujours gênante en chirurgie thoracique à cause de l'amplitude respiratoire, on devra maintenir le patient à la limite extrême de ses besoins en oxygène.

Pour toutes ces raisons, le cyclopropane est appelé à remplacer le protoxyde car il donne toujours à lui seul une anesthésie complète, très profonde, sans menace de syncope, dans une atmosphère abondamment oxygénée.

L'ANESTHESIE A L'ETHYLENE ET A L'ACETYLENE

Ces deux gaz ont été proposés pour remplacer le protoxyde d'azote sur lequel ils présentent l'avantage de permettre une oxygénation un peu plus riche du mélange.

L'éthylène a été très employé en Amérique et avant la découverte du cyclopropane il tendait de plus en plus à remplacer le protoxyde. Il permet une concentration en oxygène de 20 % (au lieu de 10 % pour le protoxyde), ce qui facilite grandement la technique en évitant la syncope asphyxique. D'autre part, à condition d'être utilisé en circuit fermé ou avec un dosage précis de CO_2 , il donne une anesthésie un peu plus profonde que le protoxyde. Cependant l'avantage n'était pas suffisamment important pour en généraliser la pratique, car l'éthylène est extrêmement hypertenseur et provoque par conséquent un saignement très gênant pour l'opérateur ; car d'autre part, il n'a pas une puissance suffisante pour supprimer toujours l'adjonction d'éther ou de chloroforme.

Les mêmes critiques peuvent être adressées à l'acétylène employé couramment en Allemagne sous le nom de Narcilène. Nettement plus puissant que l'éthylène, puisqu'il est utilisable à un pourcentage de 30 à 40 % d'oxygène, il est encore infiniment moins puissant que le cyclopropane et ne peut dans tous les cas se suffire à lui-même. De plus, l'acétylène n'est pas toujours exempt d'impuretés que lui confèrent une action toxique certaine sur le foie, sur le myocarde et surtout sur les globules rouges.

Enfin on a reproché à ces gaz le danger d'inflammabilité et d'explosion ; il y a eu au début de leur emploi des accidents dramatiques dus à un appareillage imparfait et à la méconnaissance où l'on était alors, des précautions qu'il est indispensable de prendre lorsqu'on se sert d'un gaz formant avec l'oxygène un mélange tonnant.

DEUXIEME PARTIE

LES PERFECTIONNEMENTS RECENTS
DE L'ANESTHESIE GENERALE

DEUXIÈME PARTIE

LES PERFECTIONNEMENTS RECENTS

DE L'ANESTHÉSIE GÉNÉRALE

Depuis quelques années, un mouvement très net s'est effectué pour améliorer les méthodes d'anesthésie générale. Une Société d'Anesthésie et d'Analgésie a été créée, d'innombrables publications sont parues et tous les médecins, tous les chirurgiens sont maintenant convaincus de la nécessité d'abandonner les anciennes méthodes et d'en étudier de nouvelles.

En dehors de la question du choix d'un anesthésique nouveau, des progrès très sensibles ont été réalisés. D'après le terrain du malade on a insisté sur la nécessité de certains examens pré-anesthésiques ; sur l'intérêt qu'il y a pour l'anesthésiste à bien connaître son patient à l'avance, en particulier à étudier sa tension artérielle, l'état de son système neuro-végétatif et de son psychisme. A la suite des travaux d'Henderson on a presque généralisé l'emploi de l'anhydride carbonique et du carbogène. On a mis au point les anesthésiques de base, enfin on a présenté de nouveaux appareils et de nouveaux produits anesthésiques.

LES NOUVELLES METHODES

L'intérêt de certains examens pré-anesthésiques.

Bien souvent c'est dans la salle d'opération que l'anesthésiste prend contact avec un patient qu'il ne connaît pas et les seules questions qu'il lui pose sont : Avez-vous un dentier ? Avez-vous une maladie de cœur ? (D'ailleurs l'auscultation du cœur est devenue un geste rituel depuis que Vaquez a démontré qu'une cardiopathie bien compensée ne contre-indique aucunement l'anesthésie générale). Il y a d'autres questions à poser. Il y a d'autres examens à pratiquer.

En premier lieu, il convient de mesurer la tension artérielle. Tout acte opératoire, toute anesthésie agit sur la tension artérielle. Ses modifications ne seront bien interprétées que si on l'a mesurée la veille de l'opération, car il est de toute évidence que l'émotion du dernier moment est susceptible de la modifier.

La plupart des produits anesthésiques ont pour effet d'abaisser la tension artérielle ; certains ont une action hypertensive. L'éthylène est de beaucoup le plus hypertenseur, le protoxyde et le cyclopropane le sont aussi d'une façon comparable. A ce propos il convient de faire remarquer que l'action hypertensive de l'un et l'autre gaz ne se fait sentir que sur la pression maxima et que la pression minima et la pression moyenne restent inchangées. Or, au point de vue du retentissement sur l'appareil cardio-vasculaire des variations brusques, seule la pression moyenne compte. On peut en conclure que l'anesthésie par un gaz dit hypertenseur comme le protoxyde ou le cyclopropane, n'est aucunement contre-indiquée chez les hypertendus, comme on le croit généralement.

Au cours d'une anesthésie tant soit peu prolongée, pour toute opération sérieuse de chirurgie générale, il est indispensable de contrôler les variations de la tension artérielle. Nous avons vu à Londres, l'anesthésiste Hunter prendre lui-même la pres-

ANESTHETIC RECORD

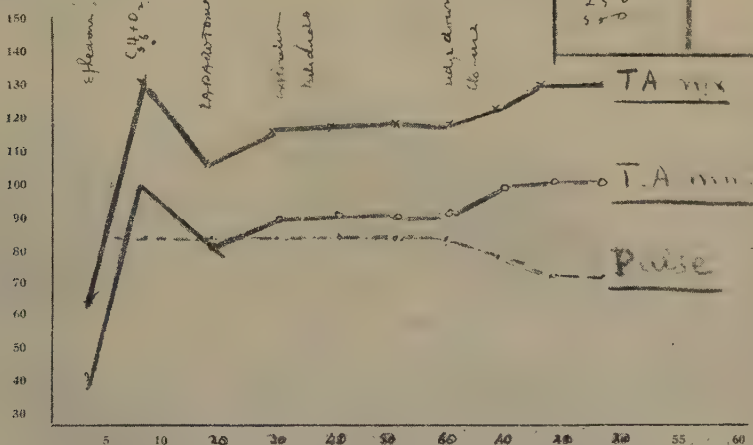
Name Male Age 26 Ward _____
 Operation laparotomy Surgeon W. Dodd Time _____
 PREMEDICATION atropine Scopolamine 1/150 (scamine, ice)
 ANESTHETIC Spinal Anesthesia Use given by vet school (his special technique)
 COMPLICATIONS Pre. During Post

Cardiac _____
 Lung _____
 Vomiting _____
 Shock _____

Physical Type Good

Treatment during Anesthesia 2 predrine 1/2

BLOOD PRESSURE



— Systolic
 - - - Diastolic
 . . . Pulse Pressure
 .. Rate

Fig. 1 : Reproduction d'une fiche de l'anesthésiste HUNTER. On voit sur cette fiche tenue à jour tout au long d'une opération ayant duré 1 h. 30, par HUNTER, la courbe du poulx, la courbe des tensions maxima et minima, les différents temps de l'opération (laparotomy, exploration bile ducts, Bridge down, closure) l'effet de l'injection intraveineuse d'éphédrine; les quantités de cyclopropane (C^3H^6 : 400, 400, 400, 400, 400, 250, 500) et d'oxygène (400 cc. par minute) inhalés.

sion artérielle très régulièrement toutes les 10 minutes, et la reporter sur une courbe ainsi que la rapidité du pouls. Pour chaque anesthésie il établit une fiche sur laquelle sont indiquées toutes les particularités intéressant l'anesthésie. Nous reproduisons fig. 1 l'une de ces fiches. Elle a été tenue à jour tout au long d'une anesthésie qui a duré 1 h. 30, pour dilatation des voies biliaires principales (opérateur Dodd) au King George Hospital, d'Ilford. Le patient avait subi une rachi-anesthésie à la percaïne qui n'avait donné aucun effet anesthésique, mais avait abaissé la tension artérielle à $6 \frac{1}{2}$ -3. Sous l'influence d'une injection intra-veineuse d'éphrédine, on voit la tension artérielle monter à $13 - 9 \frac{1}{2}$, puis elle baisse à $10 \frac{1}{2}$ - 8 au moment de l'ouverture de l'abdomen. Le malade, dès le début, a été endormi au cyclopropane ; on suit sur la courbe l'ascension lente et régulière de la pression sanguine sous l'influence de cette anesthésie, bien qu'il s'agisse d'un malade shocké et d'une intervention longue. On voit en même temps la courbe du pouls qui est remarquablement régulière. Les différents temps opératoires sont également inscrits sur la courbe : on voit, écrit verticalement : Ephédrine intra-veineux $1/2$ grain. $C^3H^6 + O^2$. Laparatomy. Exploration bile ducts. Bridge down. Closure. On voit également au-dessus de la courbe les quantités de gaz consommé. C^3H^6 : 400.400.400. 400.250.500, et oxygène : 400 cc. par minute. Il serait superflu d'insister sur l'intérêt considérable d'une pareille méthode. Nous l'avons vue appliquer très régulièrement par Hunter pour toutes ses anesthésies. La remarquable simplicité de l'appareil qu'il utilise (appareil de Heidbrinck) lui donne toute la liberté suffisante pour prendre lui-même la tension artérielle et le pouls sans avoir recours à un aide supplémentaire.

L'anesthésie au cycloprane donne un tel relâchement musculaire qu'il a pris l'habitude *de ne jamais attacher les mains du patient* sur la table d'opération, ce qui lui permet de prendre la tension avec l'appareil de Vaquez au bras et de faire les in-

jections intra-veineuses nécessaires, tout en surveillant le faciès de son malade.

L'intérêt de la recherche du réflexe oculo-cardiaque a été signalé pour la première fois par Garrelon (1); l'intérêt de cette recherche n'a pas suffisamment attiré l'attention des chirurgiens; il convient d'y revenir et d'y insister :

Il est un fait connu depuis bien longtemps, c'est qu'il y a des malades résistants et des malades réceptifs à l'anesthésie générale. Le mérite de Garrelon est d'avoir mis en évidence que les premiers sont des sympathicotoniques, les seconds des vagotoniques. Plus simplement : le réflexe oculo-cardiaque peut donner trois réponses :

- Soit un ralentissement du pouls plus ou moins marqué
- Soit aucune modification;
- Soit une accélération.

Les malades vagotoniques, à réflexe oculo-cardiaque positif, c'est-à-dire avec ralentissement du pouls, dorment facilement et bien. Ce sont les réceptifs.

Inversement, ceux dont le réflexe est nul ou donne une accélération sont les résistants.

Tous les intermédiaires existent naturellement entre ces 3 types. Entre le grand vagotonique dont la compression des globes oculaires amène un ralentissement considérable, parfois même un arrêt du cœur, et qui est candidat à la syncope blanche, et le grand sympathicotonique qui se débattrait sur la table d'opération, et qu'on arrivera à endormir mal, avec de très fortes doses de produit anesthésique quel qu'il soit. Or, nous possédons des moyens remarquables d'agir sur le système neuro-végétatif : l'ésérine et l'atropine. D'où les conclusions de Garrelon et Pascalis :

(1) GARRELON et PASCALIS : Utilisation de l'Esérine pour la régularisation des anesthésies générales. (*Presse Médicale*, 8 octobre 1930.)

GARRELON et BOUDIN : Comment obtenir dans tous les cas un sommeil profond et régulier au cours d'une anesthésie générale. (*Concours Médical*, 11 février 1934.)

- 1° Réflexe oculo-cardiaque positif, ralentissement du pouls; vagotonie courante, sujet réceptif; ne rien faire, le malade dormira bien;
- 2° Réflexe oculo-cardiaque très accentué, ralentissement exagéré du pouls pouvant aller jusqu'à un arrêt momentané du cœur, grand vagotonique, sujet trop réceptif, souvent disposé à la syncope du début. Se méfier, l'ésérine est dangereuse dans ce cas; essayer, au contraire, de contre-balancer l'hyper-vagotonie par une injection d'atropine;
- 3° Réflexe oculo-cardiaque nul ou inversé: pas de changement ou accélération du pouls, sujet résistant. Commencer à anesthésier en injectant sous la peau 1/2 milligramme d'ésérine, dose suffisante dans l'immense majorité des cas. Il est préférable de pratiquer cette injection alors que le malade est déjà partiellement imprégné d'anesthésique.

La méconnaissance de ces notions fondamentales a entraîné bien des déboires. Le plus souvent, les malades sont endormis sans qu'on ait pris la précaution de vérifier l'état de leur système neuro-végétatif; nous avons vu maintes fois le chirurgien demander une injection d'ésérine sous prétexte que le malade dormait mal ou poussait. C'est une lourde faute, car il peut s'agir d'une anesthésie mal administrée chez un malade du type réceptif, et alors c'est la syncope, irrémédiablement. Nous en avons observé récemment un cas dans des conditions particulièrement dramatiques: Au cours d'une opération pour appendicectomie, le malade, qui n'avait pas été examiné avant l'opération, fit une syncope blanche dès l'incision de la paroi. Il put heureusement être ranimé, bien que difficilement, par les moyens habituels, et l'opération fut remise à plus tard. Le lendemain, on constatait un réflexe oculo-cardiaque très nettement positif, et il fut endormi quelques semaines plus tard, dans des conditions parfaites, après avoir reçu une injection d'atropine dont on avait préalablement vérifié l'action sur son réflexe oculo-cardiaque.

Il faut, enfin avant d'entreprendre une anesthésie générale, bien tenir compte du *psychisme* du patient. Il y a des malades qui ont peur. La peur n'est pas toujours inscrite sur leur visage, mais peut se traduire par un bouleversement de leur état neuro-végétatif ou cardio-vasculaire.

Un de nos maîtres dans les hôpitaux demandait toujours à ses malades, avant de les opérer, s'ils avaient peur de mourir ; si oui, il remettrait l'opération à plus tard. Cette manière de faire ne faisait qu'augmenter la peur du patient le jour de l'opération. Il vaudrait mieux préparer le malade de façon à lui donner confiance, en bavardant avec lui, sans hâte, loin de la salle d'opération. A ce point de vue, l'anesthésie de base a rendu un service inappréciable aux opérés en permettant de leur éviter l'impression épouvantable du chariotage et la vue quelquefois horrificante, de la salle d'opération.

LE ROLE DE L'OXYGENE

Il serait superflu de rappeler que l'oxygène doit au cours de l'anesthésie générale, être administré au patient en quantité au moins suffisante à ses besoins métaboliques, si cette notion, n'avait été contestée par certains physiologistes.

Chaque individu a besoin d'une ration d'oxygène qui varie entre 200 et 600 cc. par minute. Au-dessous de ce débit minimum, il subit les effets de l'anoxémie, dont le premier signe est la cyanose, mais dont les effets se font sentir d'un façon moins visible et plus grave sur les fonctions vitales de l'organisme. Au Congrès de Boston (octobre 1934), de très nombreuses communications appelèrent l'attention des chirurgiens sur l'influence de l'anoxémie sur les fonctions hépatiques. Les congressistes ont été unanimes à recommander aux anesthésistes de s'efforcer de maintenir dans l'atmosphère alvéolaire un taux d'oxygène suffisant. Faute d'observer cette précaution, on peut voir apparaître même à la suite d'anesthésies de courte durée avec le protoxyde ou l'éthylène *des troubles importants de la fonction hépatique* (Niéber).

La privation d'oxygène est un des plus grands inconvénients de l'anesthésie au protoxyde d'azote et à l'éthylène. Nous avons vu que le patient était toujours maintenu à la limite de ses besoins en oxygène, que certains restaient continuellement cyanosés et que d'autre part un patient peut, sans être cyanosé, être privé d'oxygène.

L'anoxémie peut survenir par plusieurs mécanismes :

1° Déficit de la tension de l'oxygène dans le sang artériel. Celui-ci peut être dû à une altération de l'épithélium pulmonaire.

Rulh, en 1930, a montré l'existence d'un œdème des parois alvéolaires qu'il attribue à l'action irritative de l'éther. C'est là une cause qu'on ne peut invoquer qu'au cours de cette anesthésie particulière.

En pratique, le déficit de la tension de l'oxygène dans le sang artériel est dû à un abaissement de la concentration en oxygène du mélange gazeux inspiré par le malade. En moyenne, pour que celui-ci ait à sa disposition une quantité d'oxygène suffisante, il faut que cette concentration soit d'au moins 20 %. Or, avec l'appareil d'Ombredanne, elle est en moyenne de 11,6 %, avec l'appareil de Desmarest de 10 %. La respiration en atmosphère aussi confiné n'est possible que par une accélération du rythme respiratoire dû à l'excès de CO_2 , dont nous verrons plus loin les inconvénients. Avec le cyclopropane, la concentration en oxygène est toujours supérieure à la concentration utile, puisqu'elle varie entre 90 et 80 %. Un tel excès d'oxygène ne peut avoir que des avantages, supprimant tout danger d'anoxémie et permettant une respiration lente et superficielle.

2° L'organisme peut être privé d'oxygène par d'autres mécanismes au cours de l'anesthésie :

Par anémie : Certains produits anesthésiques diminuent considérablement, le nombre des globules rouges circulant. C'est surtout l'acétylène qui est responsable de cette anoxémie anémique, et à un degré moindre, mais non négligeable : le chloroforme, l'éther et l'évipan. (Joltrain).

3° L'anoxémie peut être due également à la *stase sanguine*. Ce type d'anoxémie se produit lorsque, par suite d'un ralentissement circulatoire, l'approvisionnement des tissus en oxygène devient insuffisant. De très nombreux travaux scientifiques (Halsey, Reynolds, Joltrain, etc.) insistent sur ce ralentissement qui peut être dû, d'une part à l'hypotension artérielle, d'autre part à un défaut de la contractibilité cardiaque au cours de l'anesthésie par les principaux agents : éther, chloroforme, évipan, avertine.

4° Enfin, la plupart des narcotiques courants privent l'organisme du précieux comburant par les modifications qu'ils apportent au processus d'oxydation tissulaire. C'est l'anoxémie

histotoxique. L'on voit donc que par tous ces mécanismes, l'organisme risque, au cours de l'anesthésie, d'être privé dangereusement d'oxygène. Il nous paraît inutile de rappeler les hypothèses suivant lesquelles l'anoxémie jouerait un rôle utile à l'anesthésie. Certaines autres prétendent que l'oxygène joue un rôle nocif au cours de l'anesthésie (Cordier), que l'anoxémie histotoxique est la cause même de la narcose (Mashall et Rosenfeld). S'il était besoin d'opposer un argument à ces théories, il suffirait de rappeler que l'on peut donner une anesthésie parfaite à un malade suroxygéné, grâce au cyclopropane.

C'est, en effet, la grande supériorité de cet anesthésique, de permettre au malade de respirer un excès considérable d'oxygène, et d'empêcher précisément tout risque d'anoxémie par les mécanismes que nous venons d'étudier et ses dangereuses conséquences : menaces de syncope et altération de la cellule hépatique.

LE ROLE DE L'ANHYDRIDE CARBONIQUE

Cinq années se sont écoulées depuis que Gosset et Thahleimer, faisant connaître en France les travaux de Henderson, firent naître la vogue de l'anhydride carbonique en anesthésie. Jusque-là considéré comme un déchet, il est apparu comme le gaz vital, comme le « resuscitator », comme le complément indispensable de toute bonne anesthésie. permettant de diminuer la dose narcotique, de régler la ventilation pulmonaire, de ranimer les malades syncopés.

Certes, le rôle de l'anhydride carbonique, exciteur de la fonction respiratoire, était méconnu. Mais à combien d'excès, à combien d'abus cette nouvelle méthode n'a-t-elle pas conduit !

Le rôle du CO^2 est intimement lié à celui de l'oxygène : la quantité de gaz anesthésique mise à la disposition du sang par l'atmosphère alvéolaire dans *l'unité de temps*, dépend de deux facteurs :

- la concentration en anesthésique du mélange gazeux ;
- la ventilation.

On peut faire varier la concentration tissulaire en agissant sur l'un ou l'autre facteur ; sur la concentration en modifiant le réglage de l'appareil, sur la ventilation en modifiant l'apport de CO^2 .

Avec les anesthésiques nécessitant une concentration pauvre en oxygène, comme le protoxyde d'azote ou l'éther, on ne pouvait, sans risquer de priver le malade d'oxygène, augmenter indéfiniment la concentration. On a eu alors recours au deuxième facteur, l'apport de CO^2 , soit par la respiration en atmosphère confiné (principe des appareils d'Ombrédanne et de Desmarest, dans lesquels s'accumule le CO^2 expiratoire) soit par l'apport d'anhydride carbonique à l'aide des appareils utilisant le sparklets.

Dans l'un et l'autre procédé, le CO^2 est utilisé sans aucune

mesure, et c'est là le dangereux excès qu'il faut mettre en lumière pour le combattre. La concentration normale en CO^2 de l'air alvéolaire est, d'une façon constante et précise, de 5,6 %. On peut évidemment, pendant un court espace de temps, par exemple au début de l'anesthésie, augmenter cette concentration, pour obtenir une ventilation plus rapide; mais au cours d'une anesthésie prolongée, il est dangereux de maintenir cette concentration au-dessus de son taux normal, sous peine de voir survenir des irrégularités respiratoires, des phases de cyanose et d'apnée, une respiration forte, gênante en chirurgie abdominale et qui épuise le patient. Sans parler du rôle toxique de l'anhydride carbonique qui est peu connu. Rappelons que l'excès de CO^2 dans le sang *diminue la diurèse, abaisse le p. h. et enfin fait monter la glycémie*, ce qui peut avoir les pires conséquences chez les diabétiques.

Deux moyens permettent d'éviter ces fâcheuses erreurs dans le dosage du CO^2 :

1° La mesure précise du débit des différents gaz sur un appareil à débit continu, laissant échapper au dehors les gaz d'expiration;

2° La neutralisation du CO^2 respiratoire par la chaux sodée sur un appareil entièrement clos.

Ces deux principes correspondent à deux types d'appareils permettant d'administrer tous les produits anesthésiques possibles par inhalation. Le premier est le plus anciennement utilisé, le second correspond au dernier perfectionnement de la technique moderne de l'anesthésie.

LES APPAREILS MODERNES

Dès que l'on a compris la nécessité d'un dosage rigoureux des différents gaz inhalés, on a construit des appareils comportant des débitmètres, et pour éviter le risque d'accumulation du CO^2 , une valve expiratoire. Tel est le type des appareils dits à débit continu ou à « *rebreathing* » *partiel*. Dans ces appareils, les gaz passent de la chambre de mélange dans le ballon de rebreathing. Celui-ci est relié au masque soit directement, soit par l'intermédiaire d'un tube de calibre suffisant. Un courant constant de gaz est envoyé dans le ballon dans lequel le patient inspire et expire. L'excès de gaz s'échappe par une valve expiratoire réglable. On croit souvent à tort que les dimensions de cette valve donnent la mesure du degré de rebreathing. En réalité, celui-ci dépend surtout du débit de gaz apporté de l'appareil au ballon. Si le débit est égal à la capacité respiratoire du patient, il n'y a aucun rebreathing. Si le débit correspond à la moitié de la capacité respiratoire, il y a demi-rebreathing, etc... La dimension de la valve expiratoire sert donc uniquement à contrôler la pression du ballon. Si le débit de l'appareil est exactement égal à la capacité respiratoire, la totalité du CO^2 sera expulsée ; on obtiendra une respiration calme, mais on fera une très grande consommation de gaz. Pour éviter cet inconvénient, l'anesthésiste arrêtera de temps en temps le débit et fermera la valve expiratoire ; pendant ce temps, le malade respirera en vase clos un mélange qui s'appauvrit en oxygène et s'enrichit en CO^2 , exactement comme avec l'appareil de Desmarest, qui est le type des appareils à rebreathing total. Pendant ce temps, l'anesthésie restera satisfaisante, mais l'anoxémie et l'hyperpnée augmenteront.

La difficulté du maniement de tels appareils réside donc dans la mise au point du débit en gaz anesthésique et en oxygène. Le débit de ces deux gaz doit répondre à deux nécessités :

1° Suppléer au besoin d'oxygène;

2° Chasser l'excès de CO^2 .

L'apport continu d'oxygène supplée aux besoins de l'organisme; l'apport continu de gaz anesthésique répond uniquement au besoin de chasser au dehors l'excès de CO^2 .

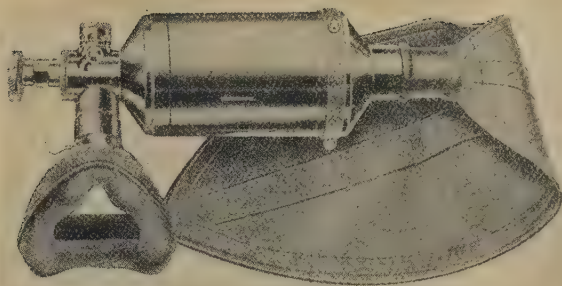
En résumé, dans les appareils à débit continu, on ne peut obtenir un dosage précis qu'à condition de gaspiller une quantité de produit anesthésique au moins égale à la quantité de gaz expiré, *alors que les besoins de l'anesthésie ne demandent pratiquement aucune consommation de gaz anesthésique à partir du moment où l'équilibre est établi entre la tension du gaz dans le sang et la tension dans l'appareil.*

Un gros progrès a été réalisé par les appareils à circuit fermé dont le principe repose sur *l'absorption du gaz carbonique* qui fut inauguré par Jackson en 1915.

En 1918, Desmarest et Amiot avaient conçu le principe de ces appareils : ils avaient réalisé l'absorption du CO^2 par la lessive de soude. Malheureusement ils n'ont pas persévéré dans cette voie, ils ont abandonné le principe du circuit fermé pour celui du rebreathing total avec accumulation de CO^2 , dont nous avons signalé les inconvénients. C'est en 1924 que Waters reprit l'expérimentation clinique du principe de Jackson qui fut ensuite décrit en Allemagne par Gauss, Wirth et Kirchner.

C'est à Waters que revient le mérite d'avoir compris les nombreux avantages des appareils à absorption d'anhydride carbonique et d'avoir rendu pratique leur utilisation. Deux types d'appareils par deux moyens différents mettent en application le principe de Jackson : l'appareil va-et-vient (to and fro) et l'appareil à circuit.

L'appareil va-et-vient de Waters représenté figure 2 comprend un masque (dont l'étanchéité est assurée par une sangle passée sous la nuque auquel est fixé un réservoir à chaux sodée, d'une capacité de 500 grammes environ, relié lui-même à un tube de caoutchouc de telle façon qu'à chaque inspiration et à chaque



*Fig. 2 : Dispositif va-et-vient (to and fro)
pour l'absorption du gaz carbonique par
la chaux sodée.*



*Fig. 3 : Dispositif en circuit fermé pour l'absorption du gaz carbonique par la chaux sodée. Le ballon est fixé à la partie inférieure du réservoir à chaux sodée. On remarque à l'intérieur de 2 tubes de verre les soupapes inspiratoire et expiratoire constituées par un tube aplati de caoutchouc extrêmement mince. Seuls, les gaz expirés traversent le réservoir de chaux sodée. Les gaz inspirés passent *autour* du réservoir qui les réchauffe.*

expiration, les gaz passent à travers la chaux sodée ; un tube de caoutchouc de petit calibre amène les gaz de l'appareil débit-métrique au masque par l'intermédiaire d'un ajutage situé entre le masque et le réservoir de chaux sodée.

Le réservoir à chaux sodée peut être facilement enlevé pour le cas où l'on voudrait augmenter pendant un moment la ventilation pulmonaire.

Au début de l'anesthésie en particulier, on supprime le réservoir. Deux ou trois fois pendant le début de l'anesthésie (induction) le masque est enlevé et le ballon exprimé de façon à supprimer en grande partie l'azote qui était contenu auparavant dans les voies respiratoires et dont la présence pourrait troubler la précision du mélange. Dès que l'anesthésie est obtenue, on adapte le réservoir à chaux sodée et on applique le masque aussi hermétiquement que possible. A ce moment on peut arrêter définitivement le débit du gaz anesthésique et régler le débit d'oxygène suivant les besoins du malade, indiqués par la distension plus ou moins grande du ballon et par la profondeur de la narcose.

L'appareil à circuit fermé : Le même résultat est obtenu par l'appareil à circuit fermé qui fut réalisé par Foregger et Sword (fig. 3). Dans ces appareils le réservoir de chaux sodée est situé sur l'appareil lui-même à distance du masque auquel il est relié par deux tubes de gros calibre. Des soupapes extrêmement sensibles sont interposées entre chacun de ces deux tubes et le réservoir, de telle façon que les gaz expirés vont du masque, par le tube expiratoire, à travers le réservoir dans le ballon respiratoire, et que les gaz inspirés passent directement du ballon au masque sans traverser le réservoir. En agissant sur une simple manette l'anesthésiste peut mettre hors circuit le réservoir à chaux sodée s'il désire stimuler la respiration en permettant pour un moment l'action de l'anhydride carbonique.

Ces deux types d'appareils présentent des avantages respectifs :

L'appareil va-et-vient de Waters est plus simple et plus facilement transportable mais il présente l'inconvénient d'être gênant puisque le réservoir à chaux sodée se trouve fixé sur le masque, ce qui rend difficile sa fixation hermétique.

L'appareil à circuit fermé plus perfectionné est un peu plus compliqué et encombrant mais présente cet avantage de ne pas nécessiter la traversée des granules de chaux sodée aux gaz inspirés, rendant plus libre leur arrivée au masque.

La réaction chimique entre l'anhydride carbonique et la chaux sodée se traduit par une production de chaleur assez importante. Au cours d'une anesthésie un peu prolongée la température du réservoir s'élève à 45 ou 50°. Cette chaleur dégagée par l'appareil est un avantage supplémentaire de la plus haute importance puisqu'elle empêche toute déperdition calorique par les voies respiratoires. Il est certain qu'avec les appareils à débit continu la déperdition de chaleur par les gaz expirés et l'apport continu de gaz refroidis par la détente est un sérieux inconvénient pour le patient. D'autre part, il faut aussi considérer la déperdition de vapeur d'eau qui est évitée dans les appareils à circuit fermé. Cette constante humidification de l'appareil par la vapeur d'eau exhalée par le malade constitue enfin une sérieuse garantie pour le danger d'explosion.

Les appareils à absorption de CO^2 par la chaux sodée, qu'ils soient du type va-et-vient ou du type à circuit fermé, représentent donc un très gros progrès puisqu'ils permettent : un dosage précis du pourcentage des gaz, une consommation minime de gaz anesthésiques, une respiration calme sans polypnée ni hyperventilation ; enfin, ils assurent la conservation et l'entretien de la chaleur et de l'humidité des voies aériennes.

LA QUESTION DE L'INTUBATION ENDO-TRACHEALE

L'intubation endo-trachéale utilisée depuis longtemps pour combattre les sténoses du larynx, a pris depuis peu une place importante parmi les perfectionnements de l'anesthésie générale.

Son histoire est entièrement liée à celle de la chirurgie pulmonaire. Le jour où le chirurgien a voulu traverser une plèvre saine pour atteindre et traiter un poumon malade, il lui a fallu créer la baronarcose et la broncho-aspiration : la baronarcose pour éviter les troubles cardiaques et respiratoires du pneumothorax opératoire, et la broncho-aspiration pour protéger le poumon contre l'envahissement par le sang et le pus libérés au cours de l'opération. Ces deux nécessités sont inséparables de l'anesthésie par intubation, qui a permis l'essor que prend actuellement la chirurgie pulmonaire. Mais si cette nouvelle branche de la chirurgie est redevable à l'anesthésie, celle-ci par contre doit à la chirurgie pulmonaire des perfectionnements dont la chirurgie générale ne peut manquer de profiter.

L'instrumentation et la technique de l'intubation endo-trachéale sont décrites en détails par Monod, Aubry et Mlle Thiéry dans *Anesthésie et Analgésie* de juin 1936. Ces auteurs décrivent surtout la méthode d'intubation par la voie buccale, utilisant un laryngoscope et des catheters droits. Il s'agit d'une intervention assez compliquée nécessitant la collaboration d'un oto-rhino-laryngologiste. Dans ces conditions, l'intubation endo-trachéale ne peut être appliquée que lorsqu'elle est absolument indispensable et il n'est pas question de l'utiliser en chirurgie générale.

Mais il est maintenant un procédé infiniment plus simple qui mérite d'être vulgarisé : c'est *l'intubation trans-nasale par la méthode aveugle de Magill*.

Magill a fait construire une sonde dont la courbure et la résistance ont été étudiées de telle façon qu'introduite par le nez, elle s'engage presque automatiquement dans le larynx. L'intu-

bation devient une manœuvre extrêmement simple à la portée de tout anesthésiste. Quand la sonde nasale aura sa place dans toutes les salles d'opération, on ne verra plus, luttant contre le trismus d'un malade asphyxié, un anesthésiste armé d'un ouvre-bouche, d'une pince à langue et d'une canule de Mayo. Ces trois instruments qui semblent inventés par les tortionnaires de l'Inquisition représentent l'emblème de l'anesthésie en France. On en a construit de mille modèles différents, tous plus ingénieux les uns que les autres, on leur a adjoint des accessoires tels que : baillon, cale-dents, pipe pharyngée, etc. Tous ont leur utilité ; tous ont sauvé la vie à de nombreux malades qui n'étaient menacés que parce qu'ils étaient endormis par des drogues dangereuses et qui ont eu à leur réveil la surprise imprévue d'une dent cassée ou d'une langue déchirée. Il est inutile de faire remarquer qu'en Angleterre et en Amérique depuis qu'on se sert couramment de la sonde nasale, l'ouvre-bouche et la pince à langue ont presque complètement disparu.

La technique de l'intubation trans-nasale est la suivante : le malade doit être d'abord endormi à fond pour que son réflexe tussigène soit complètement aboli. Pour ce début d'anesthésie, le protoxyde d'azote est généralement insuffisant, et lorsque Magill l'utilisait, il y associait l'anesthésie locale. A l'aide d'un petit vaporisateur, il injectait dans le nez et dans la bouche quelques centimètres cubes de novocaïne à 10 %, en insistant à chaque inspiration.

De même, lorsqu'il employait l'avertine, il devait toujours compléter par cette anesthésie locale. Depuis un an qu'il emploie exclusivement le cyclopropane, l'anesthésie locale est inutile. Dans les cas où il doit donner une anesthésie au protoxyde d'azote, il commence au cyclopropane, et dès que la sonde est introduite, il le remplace par le protoxyde. Donc, le malade étant bien endormi, ou en tout cas ses réflexes étant complètement abolis, l'anesthésiste relève la tête du patient couché sur

le dos, par trois ou quatre alèzes placées de façon à fléchir la colonne cervicale, à la mettre dans le prolongement de la colonne dorsale et à faire reposer la nuque sur un plan ferme plus élevé que celui de la table. Dans un deuxième temps, il donne à la tête un mouvement d'extension, autrement dit il fait glisser sur les alèzes la nuque du patient, de façon à ce que « le plan du maxillaire inférieur soit perpendiculaire à la table d'opération ». C'est l'attitude dite « en reniflant l'air ». De cette position dépend tout le succès de l'intubation. Une fois qu'elle est bien réalisée, il suffit d'introduire la sonde, préalablement vaselinée, dans la narine et de la pousser doucement en écoutant attentivement les bruits respiratoires. Dès que le tube franchit la glotte, on entend un soufflement caractéristique. L'anesthésiste, l'oreille penchée sur l'orifice de la sonde, fait avancer et reculer celle-ci plusieurs fois, en même temps qu'il modifie légèrement la position de la tête ou qu'il déplace latéralement le larynx. Aucun aide n'est utile, et avec une certaine habitude, quelques tâtonnements sont à peine nécessaires. Par cette méthode, on réussit l'intubation plus de 9 fois sur 10. Si on échoue, deux cas sont à considérer :

Ou bien il s'agit d'une intervention buccale ou pulmonaire pour laquelle l'intubation trans-glottique est indispensable. Dans ce cas, il faut faire intervenir le laryngoscope à vision directe. Avec la stapule éclairante, on relève l'épiglotte ; à l'aide d'une pince coudée, on saisit dans le pharynx la sonde à sa sortie des choanes, et on l'introduit directement entre les cordes vocales, sous le contrôle de la vue.

Ou bien l'intubation n'est pas indispensable. L'anesthésiste raccourcit alors la sonde nasale de façon à ce qu'elle affleure l'orifice supérieur du larynx (la longueur voulue est très exactement indiquée par celle qui s'étend de la narine au tragus). *Cette sonde nasale raccourcie remplace avantageusement la canule de Mayo ou la pipe de Delbet.* Elle peut être placée dans tous les cas, même en cas de trismus serré et de chute

de la langue. Elle assure toujours une respiration absolument libre.

Un bon anesthésiste doit donc avoir sur sa table un jeu de sondes nasales. Il y aura recours dans toutes ses anesthésies. Dans le cas où il s'agit de chirurgie pulmonaire, il doit également posséder un laryngoscope et une pince coudée dont il n'aura besoin qu'exceptionnellement : dans 1/10 des cas environ. Il doit également pouvoir disposer d'un aspirateur électrique, de façon à pouvoir pratiquer lui-même la broncho-aspiration continue ou intermittente.

LA METHODE DES ANESTHESIES DE BASE

Parmi les nouvelles méthodes, l'anesthésie de base est une des plus intéressantes. Elle marque un progrès considérable.

L'anesthésie de base ou de fond, encore appelée pré-narcose, hypno-narcose, sommeil crépusculaire, répond à un double but : diminuer la dose de l'anesthésique complémentaire, supprimer l'angoisse pré-opératoire.

L'idée en est très ancienne, puisqu'il y a plus de trente ans, Lejars avait rapporté d'Allemagne la scopolamine-morphine, dont il avait généralisé l'emploi. En 1910, Fédoroff utilisait l'hédonal; plus récemment, on eut recours au somnifène (Bérard), au numal (Fredet), à l'amytal (Ferguson). Depuis une dizaine d'années, Bréchet a l'habitude de préparer ses opérés par le bromure de sodium, Desplas par le soneryl, etc... Mais il ne s'agissait pas alors d'une véritable pré-narcose.

La véritable anesthésie de base n'a été bien appliquée que le jour où l'on a connu l'avertine ou tribromo-éthanol, plus connu en France sous le nom de rectanol, et qui nous vient également d'Allemagne.

C'est depuis l'apparition de l'avertine que l'on a bien compris tous les bienfaits que l'on pouvait tirer de cette nouvelle méthode; depuis, on a multiplié les anesthésies de base. On a redécouvert la scopolamine, qui est maintenant introduite par la voie intra-veineuse par les chirurgiens suisses; on a utilisé une centaine de barbituriques, en particulier l'évipan et le rectidon.

Quel que soit le narcotique utilisé, il convient de ne jamais perdre de vue la double indication de l'anesthésie de base: diminuer la dose anesthésique et supprimer l'angoisse pré-opératoire. Si nous insistons sur ce point au risque de nous répéter, c'est qu'on l'a souvent oublié, et que, là aussi, de graves erreurs ont été commises, par excès ou par défaut.

Par excès: Certains, frappés de la facilité avec laquelle les malades s'endorment sous l'influence du lavement d'avertine ou de l'injection d'évipan, se sont laissé aller à augmenter les doses dans le but de supprimer l'anesthésie complémentaire. La plupart des produits employés ont été présentés hâtivement au public médical, et les notices qui les accompagnent comportent généralement un tableau, sorte de barème permettant soi-disant de calculer la dose optima, en se basant sur l'âge, le sexe, le poids, etc... du malade. Il faut se défier de cette manière d'opérer, qui a conduit à des déboires et à des accidents.

Un autre excès a été commis par les partisans des anesthésiques peu puissants, tels que le protoxyde et le chlorure d'éthyle. Ces anesthésies combinées à une anesthésie de base un peu poussée, sont apparues comme très puissantes, en réalité, leur faiblesse était déguisée par une intoxication préalable qui risquait d'être excessive.

Il faut se rappeler :

1° Que tous les produits utilisés actuellement en anesthésie de base sont des toxiques ;

2° Que la dose nécessaire à chaque individu ne peut en aucun cas être établie à l'avance.

Il existe pour chaque malade une dose qu'on ne peut déterminer qu'en administrant l'anesthésie de base lentement, progressivement, en surveillant les signes cliniques de l'anesthésie commençante. Il faut savoir s'arrêter dès qu'on a obtenu l'effet désiré, c'est-à-dire la pré-narcose, la perte de conscience et non l'anesthésie chirurgicale. Sinon on risque de voir apparaître les pires accidents d'intoxication, contre lesquels on ne peut rien, car une fois que la dose toxique est lancée dans l'organisme par la voie intra-veineuse ou rectale, il est trop tard.

La deuxième erreur, *par défaut*, est celle qui consiste à employer des produits d'une puissance anesthésique insuffisante, tel que la scopolamine, la morphine, le bromure de sodium,

à utiliser des doses insuffisantes ou à ne mettre en train l'anesthésie de base qu'au dernier moment, sur la table d'opération.

C'est contre cette dernière erreur que nous voulons surtout mettre en garde les anesthésistes qui emploient l'anesthésie de base par voie intra-veineuse. L'indication majeure de l'anesthésie de base, son effet psychique sur le malade que l'on doit endormir dans son lit, presque à son insu pour lui éviter la peur du masque et la vue de la salle d'opération, est complètement oubliée. « Que devient cette pré-narcose dont les bienfaits étaient si agréables, lorsqu'on conduit le malade dans la salle d'opération, qu'on introduit dans sa veine une aiguille, qu'on le prie de compter jusqu'au moment où il s'endort sous l'œil intéressé de tous les assistants ? » (Desmarest).

L'anesthésie de base bien comprise mérite d'être généralisée ; elle apporte au malade le maximum de confort et de sécurité à condition qu'on ne perde pas de vue sa raison d'être et qu'on utilise un anesthésique complémentaire d'une puissance suffisante à lui seul.

LES PRODUITS ANESTHESIQUES NOUVEAUX

Au cours de ces dernières années, la production dans le domaine de l'anesthésie s'est considérablement intensifiée ; chaque jour apporte de nouveaux travaux disséminés dans des publications si nombreuses, faisant appel à des données scientifiques si diverses qu'il nous serait impossible d'être complet. Aussi ne passerons-nous au crible de notre critique que les principaux, en nous méfiant de « l'éclat momentané des étoiles qui apparaissent au firmament des découvertes. »

Le tribromo-éthanol

Le tribromo-éthanol, nous l'avons dit, est un excellent anesthésique de base, mais il ne faut pas lui demander davantage.

Comme anesthésique complet, il a été utilisé par la voie rectale ou par la voie intra-veineuse. Il a donné des résultats lamentables. Il est impossible en effet, même avec la plus grande expérience, de calculer exactement à l'avance la dose nécessaire à obtenir de l'anesthésie chirurgicale. On obtient évidemment un pourcentage assez élevé de bonnes narcoses, mais il y a toujours des sujets résistants qui ne dorment pas, et des réceptifs qui font des accidents graves.

En anesthésie de base, on observe, avec la méthode aujourd'hui classique du lavement unique donné lentement et contenant une dose calculée approximativement, des irrégularités que l'anesthésie complémentaire, bien maniée, arrive généralement à contre-balancer. Néanmoins, en opérant ainsi, on obtient à peine 75 % d'anesthésies de base parfaites. Il est impossible de prévoir quelle sera la valeur du sommeil et, en cas de danger, on ne peut par aucun moyen suspendre l'anesthésie.

Depuis plusieurs années, nous utilisons avec la plus grande

satisfaction la méthode suivante : on prépare à l'avance une solution *qui est la même pour tous les malades*, et qui contient 10 grammes de tribromo-éthanol dissous dans 400 cc. d'eau distillée à 40°. La dissolution étant assez lente, on a intérêt à la préparer la veille et à maintenir le ballon qui la contient à l'étuve. Trois quarts d'heure avant l'opération, le malade reçoit le lavement à l'aide de l'appareil de Murphy, réglé pour un débit extrêmement lent. On surveille alors, de minute en minute, l'apparition des premiers signes de l'anesthésie. Dès que le malade a perdu conscience complètement, le goutte à goutte est arrêté, et le malade est conduit à la salle d'opération.

Cette technique constitue un perfectionnement très net de la méthode du lavement. Elle répond au grand principe de n'administrer un anesthésique que suivant les besoins du patient. Elle conduit toujours à donner une quantité de solution très différente, soit en plus, soit en moins, de la dose calculée suivant les barèmes. Elle présente seulement l'inconvénient de demander beaucoup de temps et beaucoup de patience de la part de l'anesthésiste.

Les barbituriques

Le nombre des barbituriques employés en anesthésie est infini. Tous les corps de la série barbiturique dérivent d'une formule commune : la malonylurée, dont seul un radical varie ; ce radical est fourni soit par les propyl, soit par les éthyl, soit par les amyl, etc... Aussi ne passerons-nous en revue que les principaux, ceux qui ont été expérimentés avec succès sur une grande échelle en anesthésie chirurgicale.

Le rectidon

Le rectidon (Amyl-b-allyl-malonylurée) est utilisé comme anesthésique de base. Il est comparable, par son mode d'administration, au tribromo-éthanol, qu'il prétend remplacer. Il

présente sur ce dernier des avantages de commodité. La solution en est préparée à l'avance, la dose à injecter par lavement est beaucoup moins importante et il peut être préparé sous forme de suppositoires.

L'anesthésie obtenue par le rectidon est toujours moins complète que celle donnée par l'avertine, ce qui limite strictement son emploi à la seule pré-narcose. Il a été utilisé en obstétrique, où il donne couramment une analgésie suffisante, mais prédispose à l'asphyxie du nouveau-né. En chirurgie générale, il serait plutôt, par ses effets, comparable au numal ou au soneryl qu'au tribromo-éthanol. Certains de ses protagonistes lui confèrent une supériorité du fait de sa voie d'introduction, plus commode que la voie intra-veineuse. En réalité, il faut se méfier des méthodes trop faciles qui risquent d'être mises entre des mains incompetentes et irresponsables. A notre avis, le rectidon présente toujours l'inconvénient attaché à toutes les méthodes comportant une dose unique calculée approximativement à l'avance en se basant sur des repères conventionnels, et nous lui préférons l'avertine, administrée goutte à goutte, à une dose indiquée uniquement par les signes cliniques du seuil de l'anesthésie.

L'Evipan

De tous les barbituriques administrés par la voie intra-veineuse, l'évipan est le plus répandu. Il est incontestablement supérieur à la plupart des autres dérivés de la malonylurée utilisés auparavant (sommifène, numal, etc.).

Découvert en Allemagne, introduit en France en 1934, sa vogue a été très rapide, et il est actuellement employé par de nombreux chirurgiens, à l'exclusion de tout autre anesthésique.

On a utilisé l'évipan de trois manières différentes :

— Comme anesthésique complet, par une injection unique ;

- Comme anesthésique complet, par une injection prolongée;
- Comme anesthésique de base.

La première technique fut employée au début et a conduit à de très nombreux accidents. Elle a jeté une ombre sur la méthode nouvelle; elle l'a fait proscrire officiellement par la Société de Chirurgie, à la suite d'un rapport de Moulonguet. Mais les qualités de l'évipan étaient tellement remarquables que ce mauvais début ne fit que retarder de quelques années sa brillante carrière. Plus encore que pour tout autre toxique, la susceptibilité individuelle de chaque malade vis-à-vis de l'évipan est d'une extrême variabilité. Toutes choses égales, d'ailleurs, certains dorment avec 1 centimètre cube, d'autres ne dorment pas avec 10. On conçoit le danger qu'il y avait au début quand la dose de 7 cc. était indiquée par le fabricant comme la moyenne inoffensive... Il y eut à cette époque de nombreux cas mortels (Moulonguet : 1 cas, Steinbruck : 4 cas, Reschke : 2 cas, Doederlin : 1 cas, Selerman : 1 cas, Nordentoft : 1 cas, etc...).

C'est à Jentzer que revient le mérite d'avoir fait connaître la nécessité *d'individualiser la dose* et la possibilité de prolonger l'anesthésie.

L'individualisation de la dose correspond à ce grand principe d'anesthésie générale si souvent oublié, et dont la méconnaissance a entraîné tant de déboires, avec l'évipan comme avec l'avertine, et l'on peut même dire avec tous les anesthésiques.

La méthode de Jentzer est maintenant suffisamment diffusée pour qu'il soit inutile de la décrire. Rappelons qu'elle comporte essentiellement l'utilisation d'un goutte à goutte intra-veineux de sérum glucosé qui sert de véhicule à des injections fractionnées d'évipan pendant toute la durée de l'intervention. Cette méthode nécessite une certaine expérience de la part de l'anesthésiste. Celui-ci doit surtout savoir interpréter correctement les signes cliniques du sommeil et du réveil, qui restent les seuls guides dans la détermination de la dose à injecter et

du rythme des injections. La première difficulté est la recherche de la dose liminaire. L'injection intra-veineuse étant poussée avec une extrême lenteur, à partir du premier centimètre cube, l'anesthésiste surveille la chute de la mâchoire, la suppression du réflexe cornéen, mais surtout il doit se baser sur la perte de connaissance. La méthode qui consiste à faire compter le malade à haute voix est excellente. En moyenne, on peut estimer que le seuil de l'anesthésie est atteint avec une dose double de celle à partir de laquelle le malade commence à bredouiller. Cette dose varie entre 1 et 10 cc. ; elle est, en général, de 6 à 8 cc.

Si l'anesthésie doit être prolongée, il faudra encore individualiser la dose d'entretien en se basant sur les signes cliniques du réveil, qui sont d'ailleurs souvent assez difficiles à interpréter. En moyenne, on injecte environ 1 cm. toutes les 10 minutes. Par cette technique, on peut prolonger l'anesthésie pendant plusieurs heures et injecter des doses considérables (40 cc.) qui seraient à coup sûr mortelles si elles étaient injectées en une seule fois, tant est rapide l'élimination de l'évipan.

Ce procédé d'anesthésie générale est extrêmement agréable pour le malade ; néanmoins, il présente de sérieux inconvénients : en premier lieu, l'anesthésie est nécessairement commencée dans la salle d'opération, ce qui supprime les avantages de l'anesthésie de base (l'évipan est, en effet, suffisamment toxique pour contre-indiquer l'usage d'un autre barbiturique ou de l'avertine). D'autre part, elle est soumise à tous les aléas d'une injection intra-veineuse, qu'il est souvent impossible de maintenir en place, surtout si le malade est agité ou animé de secousses musculaires ou de tremblements, ce qui est fréquent.

D'autre part, l'évipan donne souvent des réveils très agités. Nous avons assisté plusieurs fois à des sommeils prolongés 5 à 10 heures, pendant lesquelles le malade devait être maintenu de force dans son lit. Cette agitation peut avoir les pires conséquences.

Rappelons enfin les accidents mortels occasionnés par l'évipan, en dehors de toute faute de technique. Nous avons assisté il y a un an, à l'hôpital Saint-Louis, à un cas de mort dans des conditions dramatiques. Il s'agissait d'un externe du service que le Docteur Picot opérait d'un phlegmon du cou ; il mourut subitement en état d'asphyxie dès le premier centimètre cube d'Evipan. Rapprochant ce cas malheureux de ceux de Moulonguet, Terracol, Halphen, Coussé, Bloch, Reschks, on doit logiquement conclure à la *proscription formelle de l'évipan dans la chirurgie du cou*.

On ne s'explique d'ailleurs pas bien pourquoi l'évipan, dangereux en chirurgie du cou, ne le serait pas en chirurgie abdominale. Il est un autre inconvénient sérieux de l'évipan, c'est un certain pourcentage d'échecs. Les échecs complets sont d'environ 4 %. Personnellement, nous avons le souvenir d'un malade obèse que nous opérions de péritonite appendiculaire, et que l'on n'arriva jamais à endormir malgré une dose de 30 cc. d'Evipan. Ce malade poussait, hurlait et se débattait sur la table. Après l'opération, il dormit pendant 24 heures, et pendant tout ce temps présenta une agitation rappelant le *delirium tremens*.

L'évipan est donc loin de pouvoir être considéré comme un anesthésique parfait ; d'autant plus qu'à haute dose il n'est pas dépourvu d'une certaine action toxique, en particulier sur le poumon et sur les globules rouges.

Il est une autre méthode d'application de l'évipan, qui restreint son champ d'action, mais qui paraît appelée à rendre de très grands services, sans faire courir le moindre risque au patient : c'est l'utilisation de l'évipan comme anesthésique « starter ». Les anesthésistes anglais ont généralisé cette méthode qu'ils appliquent à tous les cas. Machray, en chirurgie thoracique, Hunter et Magill en chirurgie générale, l'emploient systématiquement.

Cette méthode consiste à étourdir le patient au dernier mo-

ment dans son lit par une injection unique d'évipan. L'injection est poussée très lentement sans atteindre la dose liminaire. L'anesthésiste bavarde avec le malade, tout en l'observant très attentivement. Dès que ses yeux se ferment, qu'il baille, que sa parole s'embarrasse, l'aiguille est retirée et le malade inconscient est transporté dans la salle d'opération, où l'anesthésie est continuée au cyclopropane.

A condition d'être employée avec une extrême prudence, cette technique est inoffensive et présente sur l'anesthésie de base à l'Avertine l'avantage d'être plus rapide. Elle répond uniquement au souci de ménager le psychisme du patient et aucunement à celui de renforcer l'anesthésie complémentaire qui se suffit toujours à elle-même quand il s'agit du cyclopropane.

L'eunarcon

On parle beaucoup, depuis un an, de ce nouveau barbiturique (Isopropyl-b-bromallyl-N-Méthyl-Malonylurée), qui semble appelé, suivant les auteurs allemands, à se substituer à l'évipan. Il présenterait sur celui-ci l'avantage d'être moins toxique et de s'éliminer encore plus rapidement. Il serait particulièrement intéressant en petite chirurgie et comme anesthésique de consultation, car il permet à l'opéré de rentrer chez lui après une heure de repos. Son élimination est trop rapide pour qu'il puisse être employé comme anesthésique de fond, mais il peut remplacer l'évipan comme anesthésique « starter ». Ses propres partisans (Gamstaerter, Fritz Meder) lui reconnaissent cependant une action toxique sur le foie.

Le Vinéthène

Le Vinéthène, oxyde de divinyle ou éther divinylque, d'origine américaine, est un liquide volatil dont l'administration est comparable à celle de l'éther, du chloroforme ou du chlorure

d'éthyle. Administré goutte à goutte (à la vitesse de 60 à 80 gouttes par minute), il donne une anesthésie profonde en 30 à 40 secondes.

Le vinéthène donne une narcose plus profonde que le chloroforme. Ses avantages sont d'après Killian et Bætzner : l'interruption rapide de l'anesthésie, l'absence de sommeil post-opératoire, la simplicité de son administration, le complet relâchement musculaire, l'absence de vomissements. Ses inconvénients : une sialorrhée abondante, l'impossibilité de prolonger la narcose au-delà d'une demi-heure, son altération rapide à la lumière, son inflammabilité. D'après ses partisans (Laeke, Mills Bourne, Killian, Baetzner, etc.), ce nouvel anesthésique réunirait à la fois les avantages de l'éther, du chloroforme, du kelène, du protoxyde et de l'évipan, sans en présenter les inconvénients. Killian connaît cependant 5 cas de mort survenus après anesthésie prolongée. Ces 5 cas de mort signalés tout au début d'une méthode nouvelle par un de ses partisans, ne nous engagent pas à le suivre dans son enthousiasme.

Le bromure d'éthyle

Après avoir donné autrefois d'excellents résultats à cause de sa grande maniabilité, de son point d'ébullition plus élevé que celui du chlorure d'éthyle et de sa toxicité réduite, le bromure d'éthyle fut peu à peu abandonné avant la guerre par la plupart des oto-rhino-laryngologistes, même pour les opérations de courte durée parce que la présence d'impuretés donnait lieu à des contractures et à des accidents syncopaux. On a montré récemment en France que parmi les impuretés du bromure d'éthyle se trouve du bromoforme ; par la suite une méthode de fabrication et de purification fut préconisée. Les chimistes demandent aux chirurgiens de bien vouloir oublier leur ancienne rancune et de considérer le bromure d'éthyle sous le nom de bréthyl comme un nouvel anesthésique.

Quelques chirurgiens et oto-rhino-laryngologistes s'en sont déclarés satisfaits. Les effets en sont réguliers et on n'observe pas d'accident aux doses usuelles. Sa toxicité est très faible, six fois inférieure à celle du chlorure d'éthyle ; il n'est pas irritant pour le parenchyme pulmonaire quoique son élimination se fasse surtout par le poumon (une très faible quantité étant éliminée par le rein).

A l'encontre de la plupart des anesthésiques volatils, il est absolument ininflammable. Toutes ces propriétés placent cette substance à tous points de vue au-dessus du chlorure d'éthyle. Peut-être arrivera-t-il à le remplacer. Mais il est permis d'en douter quand on sait combien il est difficile de regagner la confiance des chirurgiens une fois qu'elle a été perdue, surtout pour ceux qui se souviennent du nombre impressionnant de syncopes mortelles observées autrefois, alors que ce produit leur était présenté avec les mêmes garanties apparentes.

TROISIEME PARTIE

LE CYCLOPROPANE

TROISIEME PARTIE

LE CYCLOPROPANE

Comparé aux autres agents anesthésiques tous chargés d'inconvénients, d'accidents et de morts, le cyclopropane fait figure de roi. Il est né à son heure. Il était attendu. Les méthodes générales d'anesthésie créées pour des anesthésiques inférieurs avaient été perfectionnées au maximum ; il en a bénéficié. Dès le début, il a été expérimenté par les plus grands anesthésistes américains avec les méthodes les plus modernes. Il ne nous reste plus qu'à profiter de leur expérience et à suivre leur exemple.

Historique

John Snow, le premier et l'un des plus grands anesthésistes spécialisés, dont la mort prématurée en 1851 retarda pour plus d'une génération le progrès scientifique de l'anesthésie, fut un des premiers à entrevoir les dangers du chloroforme et à prouver la supériorité de l'éther. Il ne méconnaissait pourtant pas les inconvénients de ce dernier, et toutes ses recherches furent orientées vers « l'anesthésie idéale ». Il eut de grandes déceptions dans ses expériences sur l'amylène et le monochloréthyle. Peu avant sa mort, il écrivait dans son traité d'anesthésie :

« Il n'est pas douteux que parmi la multitude des nouveaux corps découverts chaque année par la chimie il s'en trouvera un prochainement qui s'affirmera supérieur à tous ceux qu'on a connus jusqu'ici. »

C'est à deux savants canadiens travaillant dans les laboratoires de pharmacologie de Toronto, qu'il appartenait de réaliser en 1928 la prophétie de John Snow.

Le professeur Henderson et son assistant G. Lucas étudiaient depuis longtemps les propriétés du propylène, lorsque Lucas eut le premier l'idée d'orienter leurs recherches de préférence sur son isomère le cyclopropane, *isolé pour la première fois par Freund en 1882.*

Leur rapport préliminaire (la première communication sur l'anesthésie au cyclopropane) paru dans « Canadian Medical Association journal » 1929, Tome XXI, pages 173-175, est conçu en ces termes :

« Depuis l'introduction de l'éther, du chloroforme et du protoxyde dans le royaume de l'anesthésie, les anesthésistes n'ont cessé de rechercher avec persévérance d'autres produits qui fussent capables d'atteindre le but désiré, sans s'accompagner de tous leurs inconvénients. Parmi les nombreux gaz expérimentés l'éthylène apparut d'abord comme le plus intéressant. Ensuite ce fut le propylène qui utilisé à petites doses en laboratoire nous sembla infiniment supérieur. Mais lorsqu'il fut produit industriellement, en obus, il présenta des propriétés toxiques qui jusque-là ne nous étaient jamais apparues. En recherchant la cause de cette toxicité imprévue l'un de nous eut l'idée qu'elle pouvait être due au cyclopropane gaz isomère du propylène qui fréquemment apparaissait au cours de la préparation de ce dernier.

Quelle ne fut pas notre surprise de constater dès les premières expériences que loin d'être toxique, il était incontestablement un anesthésique plus puissant que le propylène.

C'est de là que partirent nos recherches sur les propriétés du

cyclopropane, qui se montra un gaz anesthésique puissant, devant son inertie à sa constitution cyclique, et nous continuâmes nos expériences dans la joie d'avoir découvert un gaz capable de produire l'anesthésie générale sans entraver aucune fonction physiologique. »

Lucas et Henderson continuèrent leurs expériences sur des chats et des lapins et aboutirent à des conclusions suffisamment bien établies pour permettre d'envisager un essai clinique.

Cependant les deux précurseurs canadiens continuaient à utiliser un gaz relativement impur et ils se heurtèrent à des difficultés matérielles de fabrication qui les empêchèrent de continuer leurs expériences sur l'homme.

Ce n'est qu'en 1930 que l'Ohio Chemical and Manufacturing Company réussit à produire une petite quantité de cyclopropane à l'état pur. C'est à un médecin anesthésiste américain : Waters, que revient le mérite d'avoir administré la première anesthésie au cyclopropane.

Dès le début il utilisa le cyclopropane en circuit fermé dans un appareil permettant l'absorption de l'anhydride carbonique, ce qui lui permit d'employer au maximum la faible quantité de gaz dont il disposait.

Dès l'été de 1934, il put produire un compte-rendu de plusieurs centaines de cas » (« The journal of the American Medical Association », septembre 1934.)

Depuis, les publications sur l'anesthésie au cyclopropane abondent.

Aux Etats-Unis, les publications de Waters se succèdent. En janvier 1935, il publie dans « Anaesthesia and Analgesia » une étude comparative de 2.200 anesthésies au cyclopropane et 2.200 anesthésies à l'éther, pratiquées dans le même hôpital, par le même anesthésiste, pour les mêmes opérations.

Rovenstine, en 1935, publie ses premiers résultats d'anesthésie au cyclopropane en chirurgie thoracique.

Au Canada, Harold R. Griffith, de Montréal, publie en 1934

dans le « Canadian Medical Association Journal » son premier compte-rendu de 350 anesthésies ; en 1935, dans « Anaesthesia and Analgesia » il précise sa technique basée sur 1.108 cas.

Raginsky et Bourne dans « Canadian Medical Association Journal » de novembre 1934 publient les résultats de leur expérimentation sur l'animal et concluent à l'absence complète de toxicité du cyclopropane.

En Angleterre, Robotham et Magill furent les premiers à utiliser le cyclopropane qu'ils appliquèrent d'abord à la chirurgie thoracique pour laquelle ils utilisaient auparavant le protoxyde d'azote.

Très rapidement ils en étendirent les indications à la chirurgie générale et l'utilisent aujourd'hui presque exclusivement, depuis que l'industrie chimique britannique a réussi à produire un cyclopropane pur d'un prix de revient inférieur à celui du cyclopropane américain.

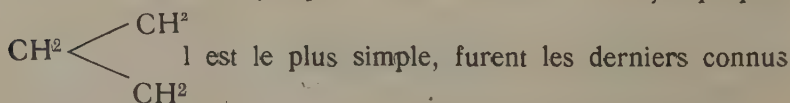
En Allemagne, Killian (« Zentralblatt », juillet 1936) ; en Amérique du Sud, Celagno (Bol. y Trabajos de la Soc. de Cir. de Buenos-Ayres, 17-7-35), furent enthousiasmés par cette nouvelle méthode. En France, Amiot, suivant les indications de Waters, a été le premier à utiliser le cyclopropane à l'aide d'un appareil volumétrique, dont nous indiquerons plus loin le principe.

Bref, depuis les premières publications de Waters, et malgré les grandes difficultés rencontrées au début pour se procurer le nouveau gaz, la vogue du cyclopropane a été extrêmement rapide et nous sommes persuadés qu'elle s'étendra encore.

ETUDE PHARCAMO-DYNAMIQUE

Le cyclopropane : C^3H^6 ou triméthylène appartient à la série des carbures alicycliques.

Les carbures cycliques saturés dont le cyclopropane



L'hydrogénation des carbures aromatiques conduisit au cyclohexane. Markownikow reconnut qu'il formait avec le cyclopropane une partie notable des pétroles caucasiens. L'opinion était alors établie de l'inaptitude du carbone à former d'autres cycles qu'à 5 ou 6 chaînons. En 1881 Markownikow réalisa le premier cycle en C⁴ et Freund en 1882 obtint le cyclopropane. Sa méthode était l'extension de celle de Wurtz, le Sodium effectuant la cyclisation d'un dérivé dibromé aux extrémités :



Depuis, on connaît de très grands cycles à 15 et 17 carbones. Ces mégacycles ont été obtenus, au cours des dernières années, par Ruzicka.

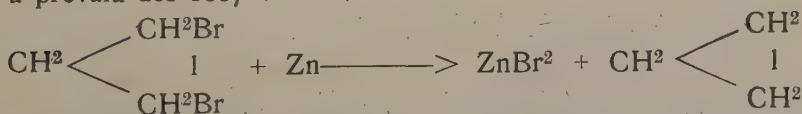
Si les carbures alicycliques saturés se rapprochent des carbures aliphatiques saturés par la structure et montrent une tendance réactionnelle assez faible, il faut néanmoins discerner deux groupes. Dans les cycles à 3 et 4 chaînons, la difficulté d'obtention des composés est grande. Une fois formés, ils sont d'une instabilité non moins notoire.

Dans les cycles à plus de 6 chaînons, la stabilité conserve, au contraire, une valeur sensiblement constante.

Le cycle en C³, dont le cyclopropane est le type, sera donc le plus difficile à créer, et le plus difficile à stabiliser. Nous allons le constater en étudiant les modes de préparation et les propriétés de ce carbure.

Préparation

La matière première est toujours le 1-3 dibromopropane. On ne réalise plus la cyclisation par le sodium, l'usage du zinc a prévalu dès 1887 :



En présence d'alcool éthylique, il se forme de l'hydrogène qui sert d'intermédiaire dans la réduction. Le ballon est surmonté

d'un reflux, et le tube à dégagement est suivi d'une série d'appareils de condensation refroidis dans la glace. Ces pièges permettent la séparation des dérivés bromés qui accompagnent le gaz cyclopropane. Tous ces dérivés halogénés ont, en effet, un point d'ébullition bien supérieur à $+40^{\circ}$ et sont, par conséquent, arrêtés, tandis que l'hydrogène et des hydrocarbures comme le propène ($E=48^{\circ}$), le propane ($E=44^{\circ},5$), peuvent souiller le produit. Le gaz est desséché dans une colonne à CaCl_2 . Une colonne de charbon activé, refroidie par une circulation d'eau, retient les dernières traces des dérivés bromés. Tautz et Winkler ont apporté une amélioration en substituant l'alcool amylique à l'éthanol. Ils obtiennent ainsi un produit plus pur.

Les autres méthodes se ramènent à des variantes, et l'indigence des procédés mis en œuvre pour fermer le cycle en C^3 témoigne de la tension considérable qu'il faut imposer au système pour dévier les valences de leur position normale.

Purification

Une ancienne méthode est due à Gustavson. On fait barboter le cyclopropane dans le brome, où il forme d'abord un dérivé de substitution, le bromocyclopropane ($E=164^{\circ},5$), puis par contact prolongé, le 1-2-dibromopropane, avec ouverture de la chaîne ($E=140^{\circ}$). Ce mélange est aisément fractionné. En traitant le bromocyclopropane bien pur par le zinc en milieu alcoolique, on obtient du cyclopropane pur. On rejette néanmoins la fraction de tête qui contiendrait le propène s'il subsistait du 1-2 dibromopropane.

Cette méthode détournée a perdu son intérêt. Il suffit, en effet, que la matière première, le 1-3 dibromopropane, soit bien exempte à l'origine de l'isomère 1-2 pour éviter la formation de quantités notables de carbures éthéniques. La rectification préalable est d'ailleurs aisée, les points d'ébullition étant aussi nettement différents :

1-2 dibromopropane	E = 140°
1-3 dibromopropane	E = 167°
Bromocyclopropane	E = 164°,5

Les autres méthodes de purification sont peu efficaces en raison du peu de stabilité du produit. Mis en contact avec des réactifs absorbants quelque peu énergiques, il se décyclise. Nous verrons l'effet du permanganate employé par la plupart des anciens auteurs pour éliminer les carbures éthéniques. La méthode physique d'absorption par le charbon est, par conséquent, la meilleure actuellement. Mais elle ne permet pas l'élimination de gaz tels que l'hydrogène et le propane. Aussi, la conduite même de la réduction par le zinc a-t-elle une importance : l'abandon des premiers gaz formés, la teneur faible en eau de l'alcool employé, l'arrivée lente et continue du mélange dibromopropane et poudre de zinc sont autant de facteurs de réussite.

Propriétés physico-chimiques

Le cyclopropane est un gaz facilement liquéfiable, qui bout à 34°,5 sous la pression ordinaire. Il est plus lourd que l'air. La densité de sa vapeur, 1,45, est très légèrement inférieure à celle du gaz propane. Son odeur est agréable. Elle rappelle l'odeur douceâtre du chloroforme et l'odeur éthérée de l'éthylène.

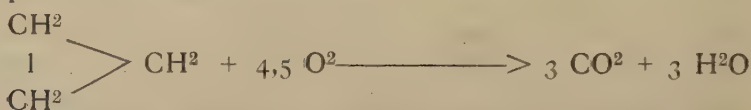
La chaleur produit l'isomérisation du cyclopropane en propène :



réaction nette après 400°. Mais des traces d'eau et de métaux divisés (limaille de fer, mousse de platine) suffisent à catalyser la réaction et à l'amorcer, même à la température ordinaire. La conservation du gaz dans les tubes de fer n'aboutit-elle pas à la production de traces de propène, évitées avec tant de soin au

cours de la préparation ? C'est pour cette raison que les producteurs le livrent maintenant dans des tubes d'aluminium.

Le cyclopropane est un composé dont la chaleur de combustion est élevée. Mélangé d'oxygène en excès, sa combustion est complète :



Le mélange d'un volume de cyclopropane avec 4,5 vol. d'oxygène est explosif. Le mélange d'un volume de cyclopropane avec 21,4 vol. d'air (contenant 4,5 vol. d'oxygène) est également explosif. Il correspond à une teneur de l'air en cyclopropane de 4,5 p. 100 en volume. Lorsque la teneur atteint 10 p. 100, le mélange n'est plus explosif. Dans ces conditions, pas de risque d'inflammabilité, mais la combustion devient dangereuse par les gaz toxiques dégagés. Elle n'est plus poussée jusqu'au stade CO^2 et s'arrête, en effet, à l'oxyde de carbone ou à l'aldehyde formique.

Le permanganate de potassium, à froid, en solution diluée (1-2 p. 100) n'attaque pas le cyclopropane. Tel est du moins l'avis des chimistes jusqu'à ces dernières années; c'était un moyen de se débarrasser du propène. Mais l'étude physique vers 1931 du méthyléthylcyclopropane, faite en France par Lespiau, Wakemann et Bourguel, a révélé des anomalies curieuses à ce dérivé, qui possède une exaltation nette de la réfraction moléculaire. Le spectre Raman de ce corps soigneusement purifié était exempt des raies caractéristiques de la double liaison, et néanmoins il réduisait le permanganate. Il semble donc vraisemblable que la réduction permanganique et l'exaltation réfractométrique soient le fait même du cycle triméthylénique. Les observations sont encore trop peu nombreuses pour que l'on puisse dès maintenant retenir la réduction du permanganate comme une propriété chimique générale des composés cyclopropaniques. En tous cas, pour le cyclopropane

lui-même, la réduction, si elle existe, est hors de proportion avec celle des impuretés éthéniques, comme le propène par exemple.

Il en est de même de l'action du brome, plus marquée qu'avec les cycles plus grands, mais moins rapide qu'avec le propène.

Essai

Le cyclopropane destiné à l'anesthésie doit être exempt d'impuretés. Le prix élevé de ce composé chimique et l'usage important auquel il est destiné, nécessitent un essai. Il ne doit contenir ni impureté provenant de sa fabrication (hydrogène, propane, propène, dérivés halogénés), ni gaz toxiques (oxyde de carbone), ni gaz ajouté pour le diluer (oxygène, azote, gaz carbonique). On devrait donc procéder à une analyse gazométrique comme celle établie par Lebeau et Damiens pour d'autres carbures. L'essai qualitatif peut suffire en pratique. Duquénois propose le suivant : Le gaz doit être entièrement absorbable par l'acide sulfurique fumant. Un gramme d'acide absorbe 480 cc. de cyclopropane à 18° d'après Berthelot (gaz étrangers).

L'eau de baryte ne doit pas se troubler quand on y fait barboter un courant lent et prolongé du gaz (le CO^2 pouvant provenir d'un emploi antérieur). Il en est de même du nitrate d'argent ammoniacal : un précipité blanc indiquerait la présence de carbures éthéniques (acétylène), un précipité brun serait l'indice d'une réduction à l'état d'argent métallique (oxyde de carbone).

Le permanganate de potassium à 1 p. 100 ne doit pas être réduit immédiatement, et le cyclopropane doit être sans action sur une solution acide de bromate de potassium (propène). Enfin, une solution aqueuse contenant 33 gr. 3 de Br et 13 gr. d'iode dans 200 cc. absorbe d'abord le propène. Une telle solution a servi à Roginsky et Rathman pour éliminer le propène du cyclopropane et pour faire l'analyse du mélange de ces gaz.

La tolérance des traces de propène nous semble possible, ce gaz étant lui-même un anesthésique général peu toxique (Duchénois).

Présentation

Le cyclopropane a été d'abord uniquement délivré par l'Ohio Chemical and Manufacturing Co de Cleveland en gros tubes d'acier contenant 100, 200, 500 litres de cyclopropane liquéfié à la pression de 5 kg. 27 par cm^2 (7 livres par pouce carré).

Depuis un an environ, l'Imperial Chemical Industries de Londres produit le cyclopropane présenté de la même façon.

Un gros progrès, qui a permis la diffusion du cyclopropane à l'étranger a été réalisé par la firme Squibb de New-York, qui délivre actuellement le cyclopropane en petits obus d'aluminium, dits amples, de 94, 22, et 7 litres. Ces derniers, que nous présentons sur la figure 4, sont à peu près des dimensions des petits obus sparklett de CO_2 bien connus en France.

L'avantage de ces petits obus est qu'ils sont extrêmement légers et qu'ils peuvent être jetés quand ils sont vides, ce qui simplifie le réapprovisionnement. On a beaucoup exagéré le prix de revient du cyclopropane en ne tenant pas compte des très faibles quantités nécessaires. Le petit ample de 7 litres suffit pour 8 heures d'anesthésie environ.

Sans insister davantage sur cette question, nous pouvons affirmer qu'actuellement, en France, une anesthésie au cyclopropane ne revient pas plus cher qu'une anesthésie au protoxyde d'azote. Le coût en sera encore abaissé dès que les producteurs français fabriqueront eux-mêmes le cyclopropane.



Fig. 4 : Le petit tube d'aluminium « amplon » contenant 7 lit. 1/2 de cyclopane à la pression de 5 kilogs. Ce tube, des dimensions du petit obus sparklets suffit pour environ 8 heures d'anesthésie.

PROPRIETES PHYSIQUES

Le cyclopropane est un gaz qui bout à $34^{\circ},5$; il est incolore; son poids moléculaire est de 42,05 et sa densité est de 1,46. Il est donc plus lourd que l'air. Comme les vapeurs d'éther, le gaz échappé d'un tube se répand à terre, mais son odeur est suffisamment forte pour qu'au cours d'une anesthésie on soit immédiatement averti de l'existence d'une fuite.

Le cyclopropane est inflammable, et mélangé dans certaines proportions avec l'oxygène il peut être explosif.

L'intérêt de cette propriété n'a pas échappé aux premiers expérimentateurs, et avant de le mettre entre les mains des cliniciens, les chimistes Jones et Kendy, d'une part, Buchman et Wardel, d'une autre, ont étudié les concentrations dangereuses en provoquant des explosions en miniature dans des pipettes de laboratoire (pipette de Hempel), contenant du mercure. Les résultats de ces expériences sont représentés sur le tableau suivant :

EXPLOSIBILITE DU MELANGE CYCLOPROPANE- OXYGENE

Pourcentage du mélange :

Oxygène 20 %.....	aucune explosion
Cyclopropane 80 %.....	
Oxygène 25 %.....	aucune explosion
Cyclopropane 75 %.....	
Oxygène 29 %.....	légère explosion
Cyclopropane 71 %.....	
Oxygène 34 %.....	forte explosion
Cyclopropane 66 %.....	
Oxygène 73 %.....	forte explosion
Cyclopropane 27 %.....	
Oxygène 75 %.....	légère explosion
Cyclopropane 25 %.....	
Oxygène 80 %.....	très légère explosion.
Cyclopropane 20 %.....	
Oxygène 81 %.....	aucune explosion
Cyclopropane 19 %.....	

Nous verrons plus loin, en étudiant les concentrations couramment utilisées, que l'on n'atteint pratiquement pas les concentrations dangereuses dans l'appareil, la concentration utile étant

toujours inférieure à 20 % de cyclopropane. Néanmoins, il convient de ne jamais perdre de vue ce danger du cyclopropane, qui pour être moindre que celui de l'éthylène, est sensiblement supérieur à celui de l'éther.

Pour éviter tout danger d'explosion, il convient :

1° De n'utiliser le cyclopropane que dans des appareils à circuit fermé. Nous avons vu plus haut, en étudiant les derniers perfectionnements des appareils que ceux-ci méritent d'être généralisés pour de multiples raisons (économie de gaz, élimination du CO^2 , conservation de la chaleur et de l'humidité) ;

2° De ne pas utiliser le bistouri électrique en chirurgie du poumon, où l'étincelle diathermique vient en contact direct avec l'atmosphère alvéolaire. On a récemment insisté sur les dangers d'explosion pouvant provenir de l'électricité statique. De petites étincelles pourraient, dans certaines conditions, se produire à l'intérieur de l'appareil par le frottement du gaz contre l'intérieur du tube de caoutchouc. Une telle hypothèse n'a pas besoin d'être confirmée pour qu'ils soit prudent de la considérer comme vraie à priori. Heureusement que les moyens sont simples pour se mettre à l'abri d'une telle éventualité. Le premier moyen consiste à « mettre à la terre » l'appareil par l'intermédiaire d'un fil de fer ; nous avons vu quelquefois Hunter employer cette précaution. Le second est de maintenir constamment en état d'humidification l'intérieur de l'appareil.

Au cours de l'anesthésie en circuit fermé, l'appareil est constamment chargé de la vapeur d'eau expirée par le patient, mais au début l'appareil pourrait, par temps très sec, se charger d'électricité, et il est prudent de laver l'intérieur du tube. Cette précaution est d'ailleurs en accord avec la nécessité de désinfecter par *ébullition* le masque et les tubes de caoutchouc avant chaque anesthésie.

Grâce à ces précautions, aucun accident n'est à redouter. Les anesthésistes anglais recommandent néanmoins d'éviter autant

que possible l'usage du thermocautère et du bistouri électrique (précautions que nous ne leur avons jamais vu observer).

Répétons-le : grâce au circuit fermé, aucune émanation de gaz ne peut se faire dans la salle d'opération.

ETUDE DES CONCENTRATIONS UTILES

Le cyclopropane est capable d'endormir à partir d'une concentration de 4 p. 100 de cyclopropane pour 96 p. 100 d'oxygène. Il apparaît donc avec évidence qu'on pourrait employer l'air en place d'oxygène comme véhicule, sans priver le malade d'oxygène.

On a, au début, administré le cyclopropane par la méthode du débit continu par l'intermédiaire d'un tube pharyngé, à un débit de 200 à 800 cc. par minute. Cette méthode a donné d'excellents résultats, mais entraînait une consommation importante de gaz et avait, en outre, l'inconvénient de laisser échapper au dehors l'excès de cyclopropane mêlé à l'air expiré.

Waters et Schmidt, utilisant uniquement la méthode du circuit fermé, ont pratiqué d'une façon très méthodique, au cours de 46 anesthésies, des analyses chimiques du contenu du ballon de « rebreathing » aux différentes phases de la narcose.

Les anesthésistes américains ont coutume de distinguer 4 phases au cours de l'anesthésie au cyclopropane :

La première phase correspond au début de l'anesthésie (induction); elle est caractérisée par la diminution progressive du réflexe cornéen. Elle correspond à l'analgésie.

La deuxième phase correspond à l'anesthésie chirurgicale modérée; elle est caractérisée par des mouvements des globes oculaires.

La troisième phase est la phase d'anesthésie profonde; elle est indiquée par la fixité des globes oculaires.

La quatrième phase, qu'on ne doit jamais atteindre, correspond à l'arrêt des mouvements diaphragmatiques, c'est-à-dire à l'apnée.

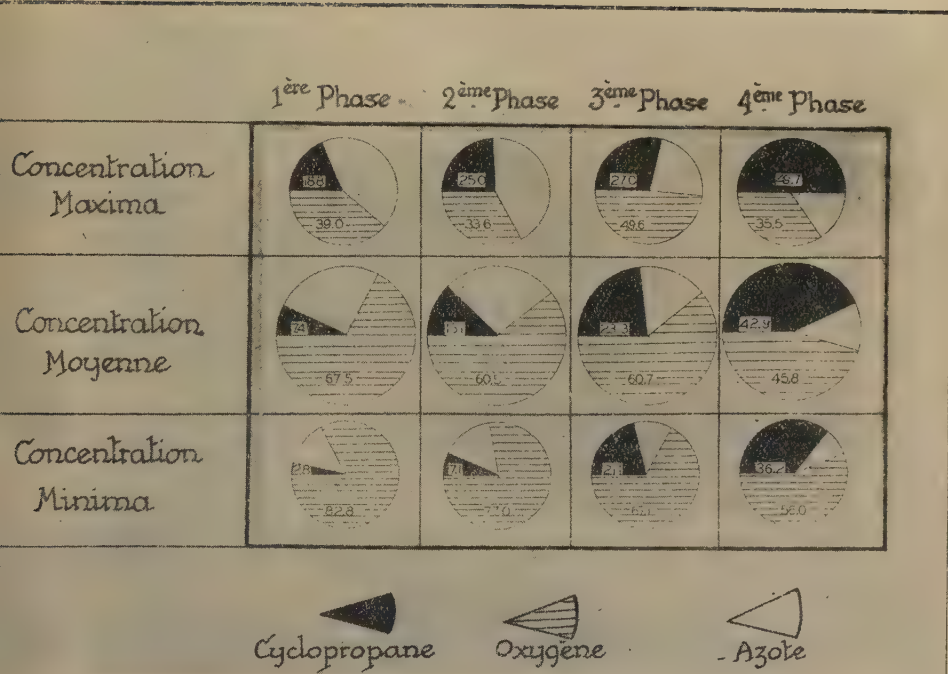


Fig. 5 : Schéma d'après WATERS des concentrations en cyclopropane et en oxygène du mélange gazeux, aux différentes phases de l'anesthésie. Ce schéma a été établi d'après les analyses chimiques d'échantillons de gaz prélevés dans le ballon de rebreathing au cours de 46 anesthésies. On remarquera que la concentration moyenne suffisante est de 13,1 % de cyclopropane et que la quantité d'oxygène est toujours de beaucoup supérieure à 21 % (quantité moyenne 60 %).

Les résultats des analyses du contenu du ballon de rebreathing effectués par Waters au cours de ces différentes phases, sont stigmatisés par le tableau reproduit sur la figure 5.

Au cours de la 1^{re} phase, la concentration moyenne est de 7,4 p. 100. Au cours de la 2^e phase, qui correspond à l'anesthésie courante, elle est de 13,1 p. 100.

La 3^e phase n'apparaît qu'à une concentration de 23 %. Waters n'a pas hésité à pousser l'anesthésie jusqu'à la 4^e phase dans ses 46 expériences cliniques; il a produit l'arrêt respiratoire avec une concentration de 42 p. 100, et dans un cas il l'a obtenu avec 36 p. 100.

Il insiste sur l'absence complète de danger qu'il y a à pousser l'anesthésie jusqu'à l'apnée complète. Il a même pu maintenir des patients endormis en apnée complète, grâce à l'intubation trachéale, qui lui permettait d'entretenir artificiellement les mouvements respiratoires.

Etant donné que la quantité maxima de CO² contenue dans chaque échantillon prélevé était inférieure à 4 %, on voit sur le schéma qu'il y avait toujours une certaine quantité d'azote. Cet azote provient, d'une part, de l'air contenu dans les voies respiratoires avant l'application du masque, et, d'autre part, de la désaturation tissulaire et sanguine au cours de l'anesthésie.

Remarquons enfin sur ce tableau, qu'en aucun cas, même aux plus fortes concentrations ayant amené l'arrêt respiratoire, la proportion en oxygène ne fut inférieure à 20 %.

PRINCIPE DES APPAREILS

Tout appareil à cyclopropane comporte nécessairement un dispositif d'absorption du CO^2 , dont nous avons déjà décrit le principe à propos des méthodes récentes de perfectionnement de l'anesthésie générale.

Nous renvoyons, pour la description de cette méthode, aux pages 69 à 73.

Nous avons décrit ce principe et ces méthodes d'application à leur place ; il convient, en effet, de ne pas oublier que les anesthésistes américains l'appliquaient auparavant avec la plus grande satisfaction, à l'éthylène et au protoxyde d'azote. Le cyclopropane en a profité, mais cette méthode n'a pas été créée pour lui.

Nous avons vu que l'absorption de CO^2 pouvait être réalisée par 2 types de dispositifs :

- le dispositif va-et-vient ;
- le dispositif à circuit fermé proprement dit.

L'appareil distributeur comporte obligatoirement un tube de cyclopropane et au moins un tube d'oxygène, muni de son détendeur.

La faible pression sous laquelle est conservé le cyclopropane n'exige pas de détendeur à pression.

Tout le problème de l'administration réside uniquement dans la vérification constante du débit de ces deux gaz.

Deux moyens peuvent, par des principes différents, réaliser cette vérification : les appareils volumétriques et les appareils débimétriques.

L'appareil volumétrique, réalisé par Amiot, est d'une grande simplicité : il comporte un soufflet (figure 6), chambre de mélange des deux gaz, dont la charnière porte une aiguille se déplaçant sur un secteur gradué, et relié, d'une part, aux deux

- O. Tube d'Oxygène
- C. Tube de Cyclopropane
- S. Soufflet volumétrique
- B. Ballon de rebreathing
- C.S. Chaux sodée.
- M. Masque.

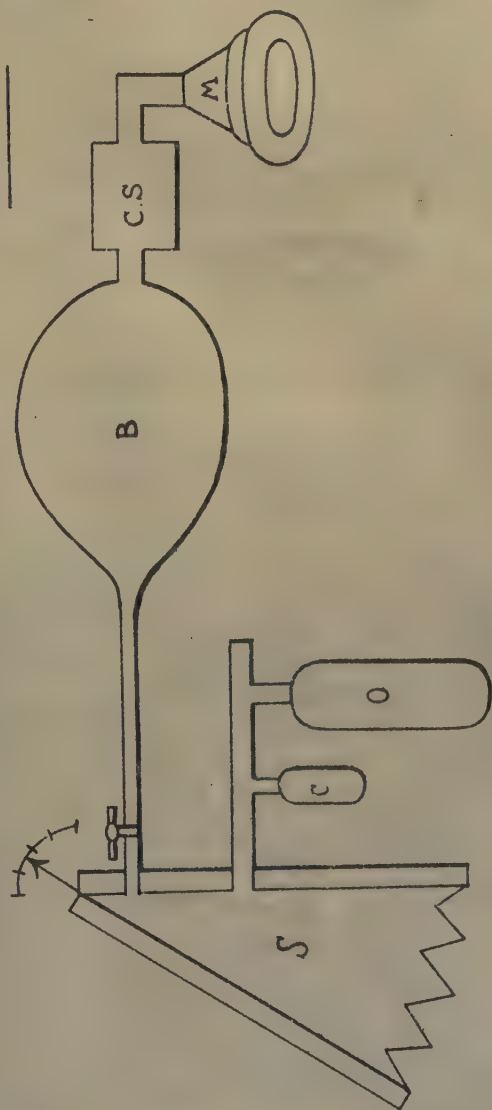


Fig. 6 : Schéma de l'appareil volumétrique d'AMIOT. Cet appareil ne comporte ni débitmètre ni détendeur. La quantité relative des 2 gaz oxygène (O) et cyclopropane (C) est établie d'après l'expansion d'un soufflet mélangeur (S). Cet appareil est monté avec le dispositif va-et-vient représenté sur la figure 2.

obus, d'autre part par l'intermédiaire d'un tuyau souple, au dispositif va-et-vient à chaux sodée.

L'anesthésiste prépare à l'avance son mélange dans la proportion désirée, 10 % par exemple, en remplissant d'oxygène les 9/10 du soufflet et de cyclopropane le 1/10 restant. En ouvrant le robinet placé à la sortie du soufflet, il envoie dans l'appareil de rebreathing une partie du mélange ainsi dosé volumétriquement.

Cet appareil donne d'excellents résultats, nous n'en doutons pas, entre les mains d'Amiot, qui a une très grande pratique de l'anesthésie. Nous adressons cependant une critique à cet appareil : au début de l'anesthésie, le patient respire, il est vrai, un mélange rigoureusement dosé, mais au cours de l'anesthésie, une fois que l'équilibre est établi entre la teneur en cyclopropane du sang et celle du mélange gazeux, il ne fait plus aucune consommation de cyclopropane, mais il épuise petit à petit la dose d'oxygène mise à sa disposition. Il en résulte que le mélange va en s'enrichissant de plus en plus en cyclopropane et risque d'atteindre les concentrations dangereuses. L'anesthésiste n'a donc pas un contrôle constant de la concentration utilisée ; il est amené, pour y suppléer, à faire appel à un apport *approximatif* d'oxygène ou à renouveler fréquemment la dose du mélange gazeux, par conséquent à faire une consommation excessive de cyclopropane.

Les appareils dosimétriques sont les seuls employés à l'étranger. Ils commencent à être connus en France, car on en a appliqué le principe à l'anesthésie au protoxyde d'azote. Ces appareils comportent essentiellement 2 débitmètres gradués. Ces débitmètres, dont il existe plusieurs variétés, doivent être d'une grande précision et être gradués, pour l'anesthésie au cyclopropane, de 0 à 1000 cc. par minute. Certains appareils très perfectionnés comportent, en outre, des débitmètres supplémentaires pour le CO², l'éthylène et le protoxyde d'azote, ainsi qu'un dispositif permettant d'y ajouter un anesthésique volatil.

Nous représentons, sur la figure 7, le schéma de l'appareil le plus simple, monté avec le dispositif va-et-vient pour l'absorption du CO^2 ; sur la figure 8, le schéma du même appareil avec circuit fermé. Ce dernier correspond au petit appareil de Magill (fig. 13) que nous utilisons.

On voit sur ce schéma le dispositif permettant de mettre hors circuit le réservoir à chaux sodée, ainsi qu'un petit tuyau qui, passant à travers le tube d'inspiration, permet d'envoyer directement dans le masque les gaz issus des débimètres.

- O. Tube d'Oxygène
- C. Tube de Cyclopropane
- D. Détendeur
- d. Débitmètres
- B. Ballon de rebreathing
- M. Masque
- C.S. Réservoir de Chaux sodée

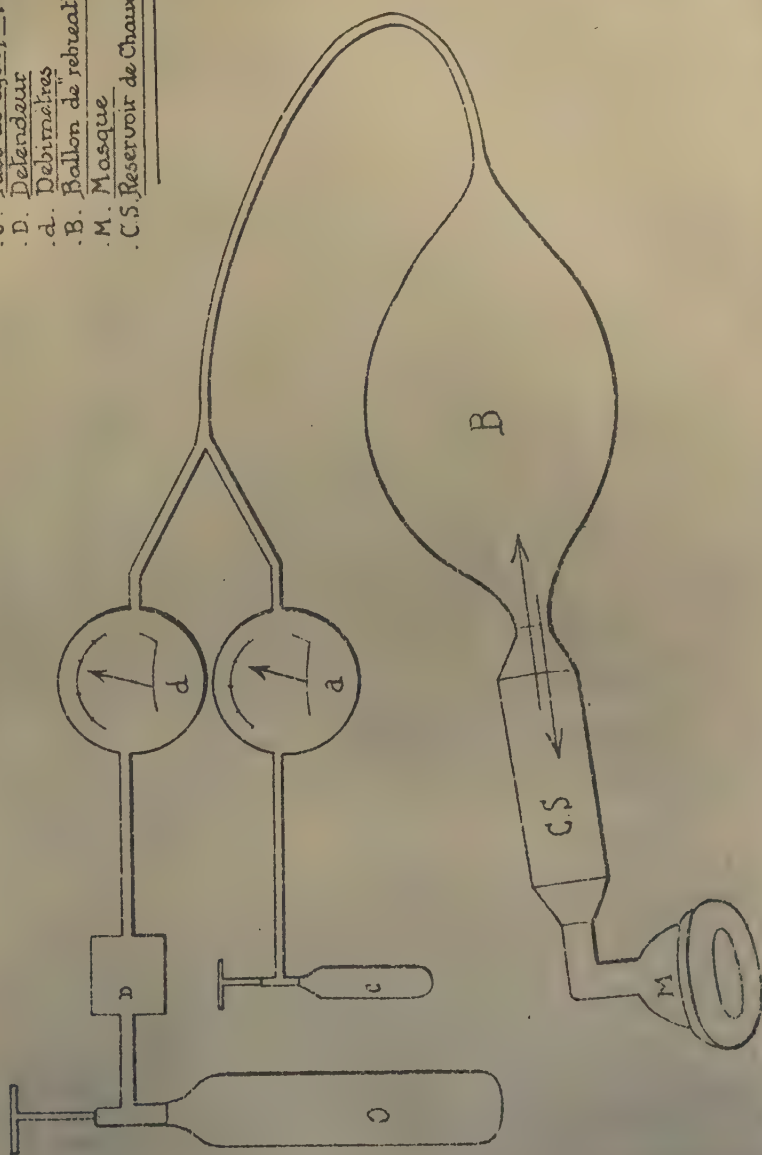


Fig. 7 : Schéma d'un appareil débitmétrique monté avec le dispositif va-et-vient représenté sur la figure 3. On remarquera que seul l'obus d'oxygène (O) est pourvu d'un détendeur de pression (D). La faible pression sous laquelle est fourni le cyclopropane (5 kilogs) permet de faire communiquer directement l'obus qui le contient (C) avec le débitmètre (D). Ce schéma représente le type le plus simple des appareils de précision. Les appareils fabriqués suivant ce principe comportent toujours 2 obus d'oxygène montés sur le même détendeur; accessoirement, un obus de CO_2 et un obus de protoxyde. Le débit de ces derniers gaz peut être réglé par le même débitmètre que le cyclopropane.

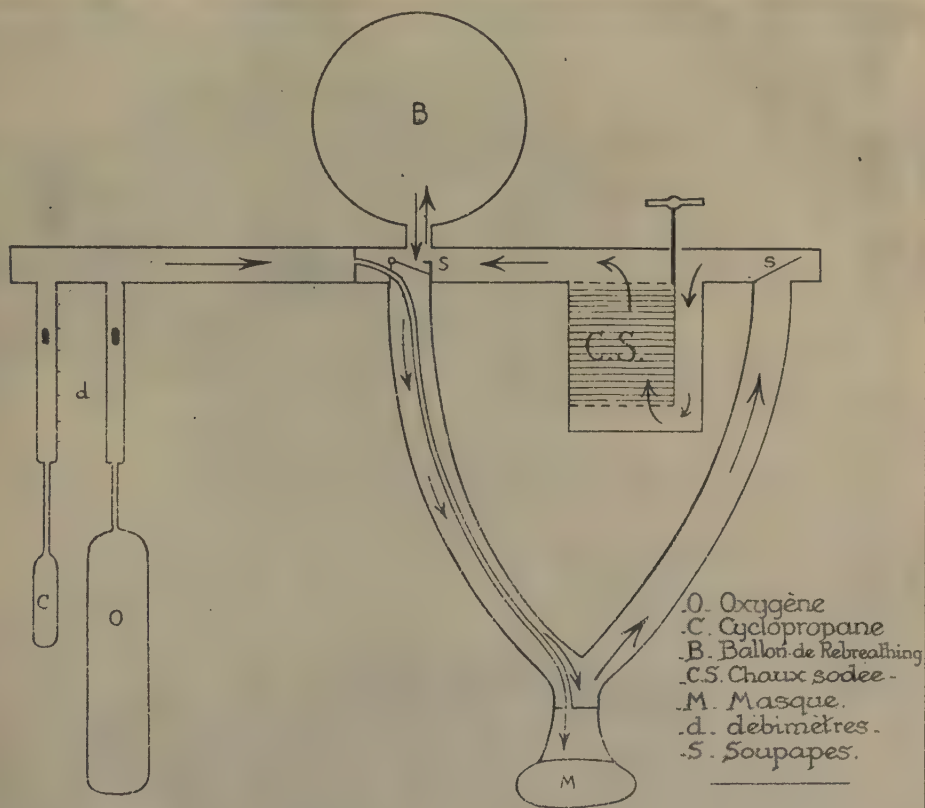


Fig. 8 : Schéma d'un appareil débitmétrique monté en circuit fermé. Ce schéma est celui de l'appareil de King utilisé le plus souvent en Angleterre et dont on verra plus loin la reproduction (Fig. 13). On remarquera sur ce schéma, le dispositif permettant de mettre hors circuit le réservoir à chaux sodée, ainsi que le petit tuyau qui, contenu à l'intérieur du gros tube inspiratoire, amène directement au masque les gaz frais issus des débitmètres.

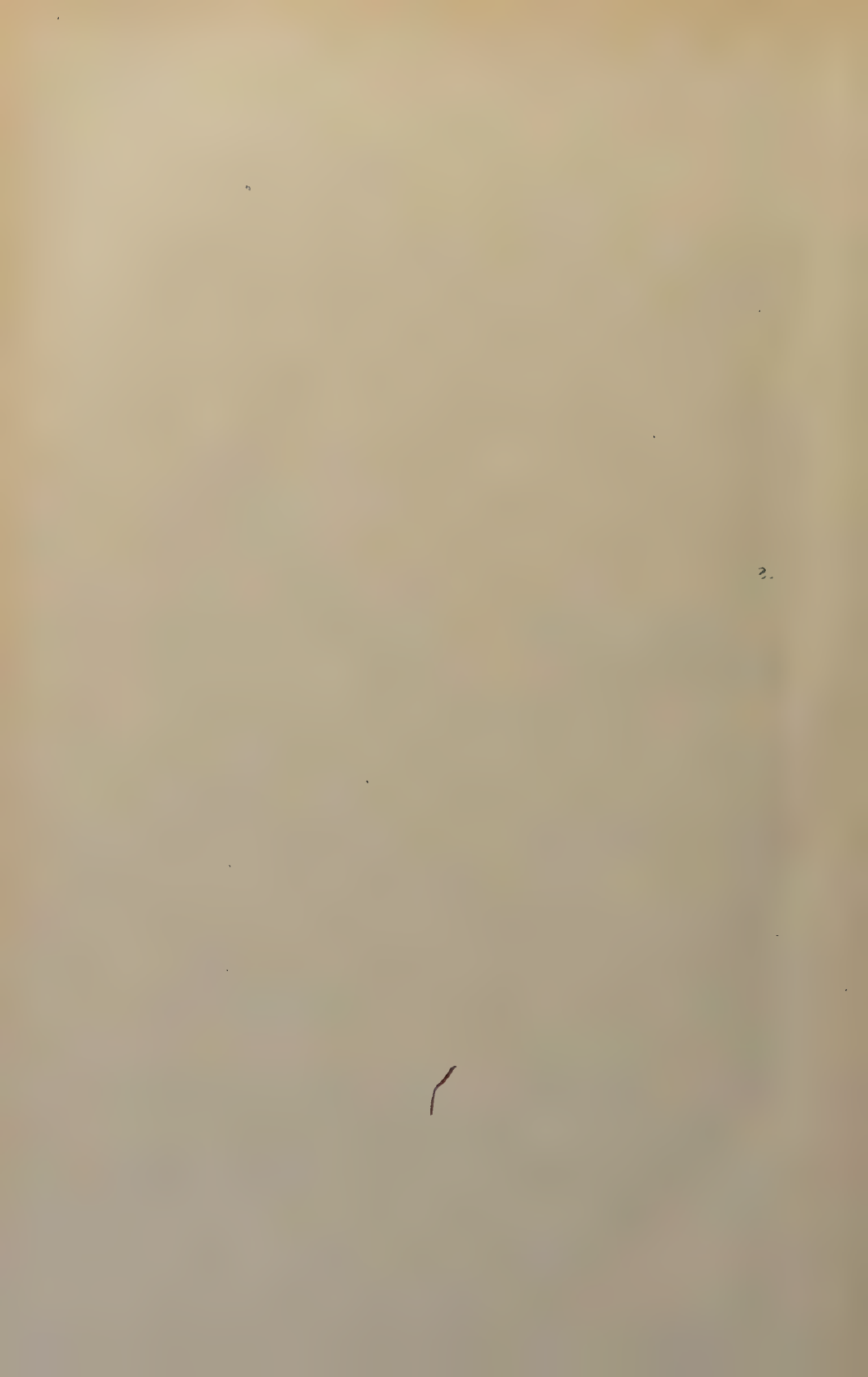
LES PRINCIPAUX APPAREILS

Tous les appareils employés couramment pour l'anesthésie au cyclopropane sont basés sur les principes de la débimétrie et de la respiration en circuit fermé avec absorption de CO_2 , suivant les schémas représentés sur les figures 7 et 8.

La plupart des appareils utilisés auparavant en Amérique suivant ces principes, pour l'anesthésie au protoxyde et à l'éthylène peuvent convenir. Un des plus anciens et des plus connus est l'appareil de Foregger, dont nous représentons deux modèles : le St Luke (fig. 9) et le Migdet (fig. 10), qui sont les plus récents. Le modèle « Montréal », préconisé par Harold Griffith, a été un des premiers appareils débimétriques, à circuit fermé utilisé en France. Il fut présenté à la Société française d'anesthésie et d'analgésie par MM. Le Mée et Sanders, en Août 1935. Nous avons eu l'occasion de l'utiliser à l'hôpital américain de Neuilly. C'est un appareil extrêmement précis, dont le seul inconvénient est qu'il n'est pas transportable. Son encombrement est dû au type de ses débimètres qui sont constitués par des manomètres à eau. Chaque gaz passe dans un tube en impasse gradué, ouvert en bas et plongeant dans un réservoir d'eau. Dans chaque tube se déplace un petit flotteur, dont le niveau indique, le long de l'échelle graduée, le débit du gaz.

Parmi tous les appareils modernes que nous avons eu entre les mains, le plus perfectionné est sans conteste le *Kinet-O-Meter d'Heidbrink*. Sa perfection réside dans la grande précision de ses débimètres (fig. 11 et fig. 12), qui sont extrêmement sensibles et n'ont pas l'inconvénient d'être encombrants comme ceux du système Foregger.

C'est cet appareil qu'utilise Hunter au King George Hospital d'Ilford. Malgré son apparente complication, il est d'un maniement très simple. C'est avec lui que nous avons, pour la première fois, utilisé le cyclopropane, et que nous avons eu la révé-



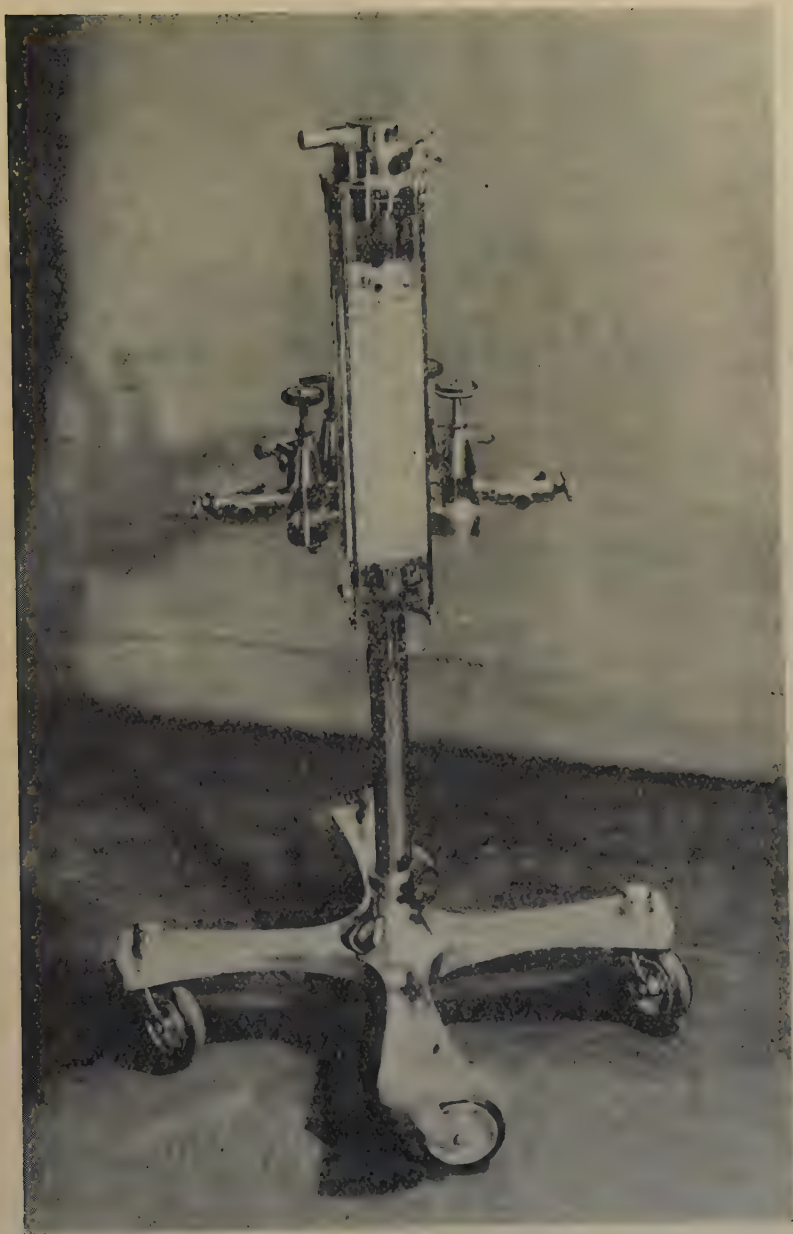


Fig. 9 : Appareil Saint-Luke de FOREGGER. Cet appareil comporte 3 débitmètres de grande précision (O_2 , N_2O , C^3H^6) constitués par des manomètres à eau; il est complété par le circuit fermé représenté sur la figure 3. C'est cet appareil qu'utilise BURFORD...



Fig. 10 : Appareil Midget de FOREGGER. Cet appareil est monté suivant le même principe que le précédent, mais il est plus facilement transportable; il comprend également 3 débimètres de précision (O_2 , C^3H_6 , N^2O) et un réservoir à chloroforme; il est monté avec le dispositif va-et-vient (Fig. 2). Cet appareil est celui qu'utilise Troup en Australie.

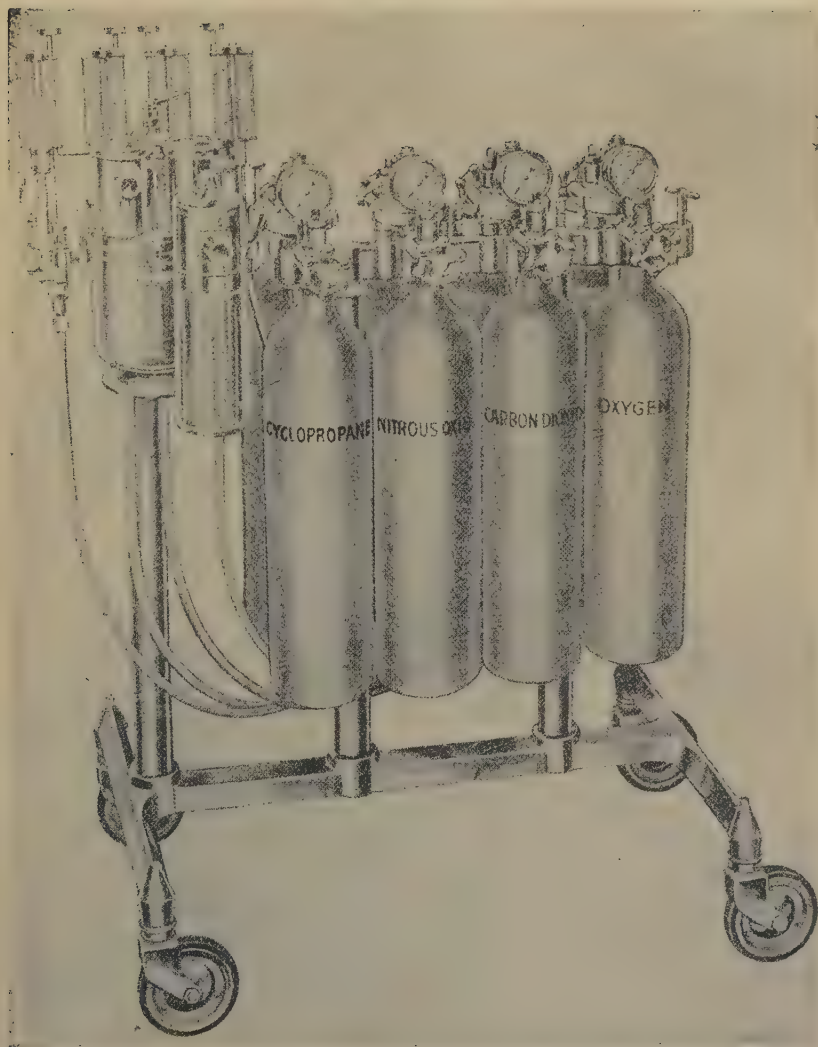


Fig. 11 : L'appareil Kinet-O-Meter d'HEIDBRINK. Cet appareil extrêmement précis comporte 4 débitmètres; son circuit fermé peut utiliser indifféremment 3 chambres à chaux sodée contenues dans le même réservoir. Ce dispositif présente l'avantage de permettre le réglage du degré de chaleur et d'humidité du circuit. Cet appareil, malgré son aspect encombrant, peut être rendu très facilement transportable. C'est celui qu'utilise HUNTER au King George Hospital d'Ilford.

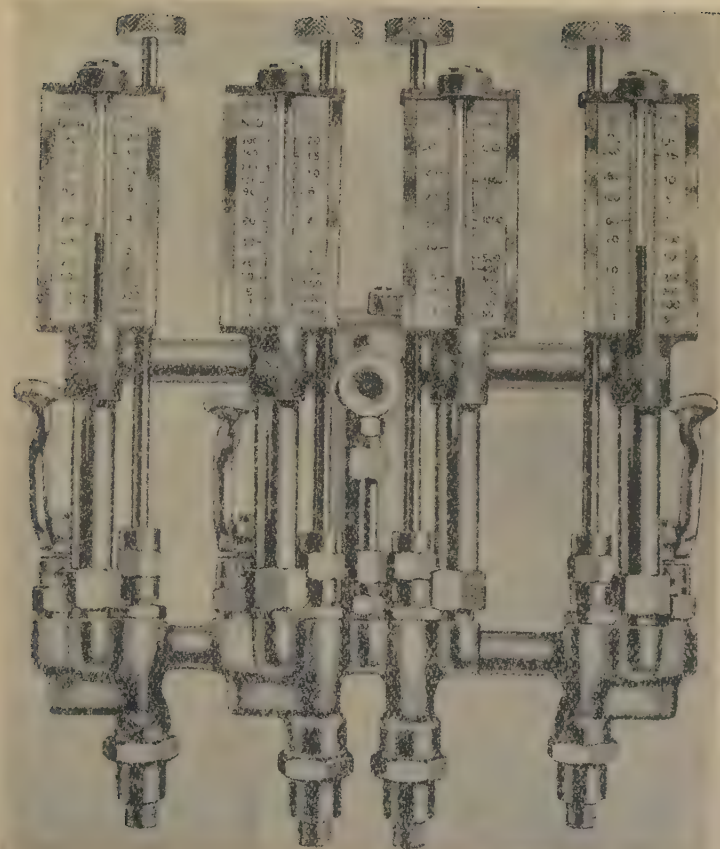


Fig. 12 : Les débitmètres de l'appareil précédent.

lation de l'avenir destiné à ce nouveau gaz. C'est un appareil complet, permettant d'administrer absolument toutes les narcoses : protoxyde, acétylène, éthylène, cyclopropane et tous les anesthésiques volatils par le seul jeu de quelques manettes.

Il est moins encombrant que le Foregger et peut facilement être transformé en appareil transportable.

L'appareil de Magill, créé par King pour l'hôpital Brompton de Londres, a été spécialement conçu pour l'anesthésie au cyclopropane (fig. 13). C'est un appareil très simple, dont le manie-ment est facile; ses deux débitmètres, peu encombrants, sont constitués par deux petits tubes de verre verticaux, contenant un petit voyant très léger, qui monte plus ou moins, suivant la puissance du souffle du gaz, dont l'arrivée se fait à la partie inférieure. Chaque débitmètre est gradué de 0 à 1000 cc. par minute. C'est cet appareil que nous avons utilisé au Brompton et au Westminster Hospital, suivant les conseils de Machray et de Magill, et que nous avons rapporté en France. Il peut indifféremment être monté en circuit fermé ou en va-et-vient.

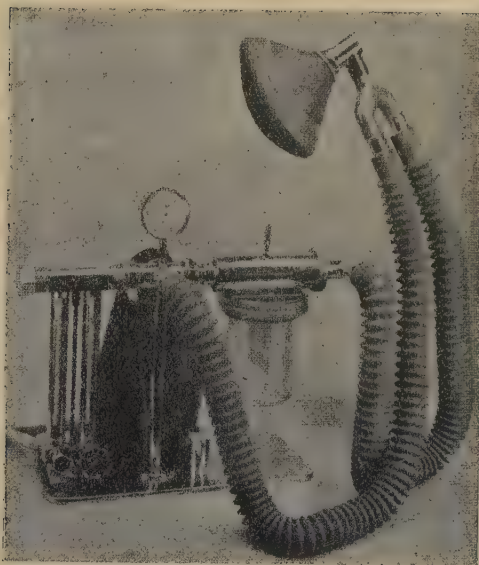


Fig. 13 : L'appareil à cyclopropane du Brompton Hospital de Londres. — C'est le premier appareil conçu spécialement par KING pour l'anesthésie au cyclopropane. Il comprend 2 débimètres (tubes verticaux vus à gauche), un ballon de rebreathing surmonté d'un manomètre ; un réservoir à chaux sodée, monté en circuit fermé. C'est l'appareil le plus couramment employé en Angleterre.

TECHNIQUE DE L'ANESTHESIE AU CYCLOPROPANE

Avec un appareil tel que ceux que nous venons de décrire, la technique de l'anesthésie au cyclopropane est extrêmement simple pour qui connaît bien la pratique des anciennes méthodes.

A condition toutefois d'être bien mis en garde contre la tendance que l'on a généralement à utiliser de trop fortes concentrations de cyclopropane. Cette erreur est commise le plus souvent par les anesthésistes habitués au protoxyde d'azote. Avec ce gaz, en effet, on fait d'abord respirer au patient du protoxyde pur, auquel on ajoute bientôt une quantité minime d'oxygène.

Avec le cyclopropane, c'est l'inverse : le patient respire d'abord de l'oxygène, auquel on ajoute une très faible quantité de cyclopropane.

Le masque étant d'abord appliqué très légèrement sur le visage du patient, on lui fait respirer de *l'oxygène pur* ; puis le ballon étant rempli, on assure l'étanchéité du masque à l'aide d'une sangle passant sous la nuque. Le débitmètre à oxygène est alors réglé de façon à donner un courant continu de 500 cc. par minute. On ouvre le débitmètre à cyclopropane, qu'on règle à 400 cc. minute, pendant une minute (ce qui correspond à une dose de 400 cc.). *On arrête alors complètement l'arrivée du cyclopropane*, et on observe le malade pendant quelques respirations, pour laisser au gaz le temps de donner son effet maximum. Pendant ce temps, on surveille les premiers signes de l'anesthésie. Le plus souvent, le malade s'endort calmement en une minute environ ; chez quelques malades résistants, il faut ajouter une dose complémentaire de 100 à 500 cc. ; chez d'autres, au contraire, en particulier chez ceux qui ont été préparés par une anesthésie de base, une dose totale de 150 à 300 cc. peut être suffisante.

Pendant toute la durée de l'anesthésie, un courant continu d'oxygène doit être amené dans le ballon. Au début, il a été réglé à 500 cc. par minute ; ce débit correspond à une moyenne qu'il

faut maintenant adapter au besoin du malade ; il doit représenter exactement la consommation d'oxygène du patient. Comment la déterminer ? C'est extrêmement simple. Etant donné qu'aucun autre apport de gaz n'est fait dans l'appareil, puisque le CO^2 est éliminé par la chaux sodée et que la consommation en cyclopropane est nulle à partir du moment où l'anesthésie est obtenue, si le malade a besoin d'une quantité supérieure d'oxygène, la pression du ballon diminue ; elle augmente dans le cas contraire ; il suffira donc de régler le débit d'oxygène sur la réplétion du ballon.

Ce réglage ne demande que l'observation d'une dizaine de mouvements respiratoires ; on remarque que leur amplitude est extrêmement faible. Le manomètre que l'on voit figurer au-dessus du ballon sur l'appareil de King (fig. 13) n'indique que de très faibles oscillations.

Au cours de l'anesthésie, surtout si elle se prolonge, on sera amené, en se basant sur les signes physiques de l'anesthésie, à donner plusieurs doses nouvelles de cyclopropane (jamais plus de 500 cc. à la fois) ou à modifier le débit d'arrivée d'oxygène. En général, la dose unique de cyclopropane donnée au début suffit pour une anesthésie de 15 à 25 minutes. Au cours des opérations plus longues, on devra, toutes les dix minutes environ, la renouveler. On voit que la consommation totale pour une anesthésie d'une heure sera en moyenne de 2 litres $\frac{1}{2}$.

Comme au cours de toutes les anesthésies, il est recommandé de maintenir leur liberté aux voies respiratoires supérieures. La sonde nasale de Magill, utilisée comme sonde endo-trachéale ou pharyngée, est, à ce point de vue, infiniment supérieure au vieux tube de Mayo.

Le début de l'anesthésie est agréable pour le malade. Celui-ci ne ressent ni bourdonnements d'oreille comme avec l'éther, ni sensations de tournoiement comme avec le protoxyde ; il s'endort très vite en 30 à 50 secondes, sans jamais se débattre. Il ressent d'abord une impression de chaleur, rapidement suivie

d'une sensation de légèreté, et insensiblement il tombe dans l'inconscience. Cette succession est tellement constante que l'anesthésiste peut en avertir le malade, ce qui l'aide généralement à gagner sa confiance.

La facilité avec laquelle l'anesthésiste conduit son malade au plus profond de l'anesthésie sans le priver d'oxygène, ni avoir besoin de stimuler sa respiration, lui donne une sécurité, une maîtrise inconnues avec les autres agents.

Le relâchement musculaire est remarquable, rappelant celui des meilleures rachi-anesthésies. La respiration est toujours très calme, ce qui facilite grandement la chirurgie abdominale et thoracique.

Le réveil est très rapide, comme avec le protoxyde; il est souvent accompagné de vomissements et, chose curieuse, plus souvent après les anesthésies de courte durée. Le vomissement est généralement unique et n'a rien de comparable à ceux qui suivent l'anesthésie à l'éther ou au chloroforme.

SIGNES CLINIQUES ET PHASES DE L'ANESTHESIE AU CYCLOPROPANE

L'intérêt qu'il y a à diviser la durée de l'anesthésie en 4 phases et chacune de ces phases en trois degrés, a été certainement exagéré par certains anesthésistes américains. Néanmoins, la distinction de ces 4 phases est intéressante et mérite d'être conservée car elle permet de mieux comprendre et interpréter les signes cliniques, sur lesquels l'anesthésiste doit se guider.

Les signes de l'anesthésie générale, quel qu'en soit l'agent, sont toujours à peu près les mêmes; cependant le cyclopropane possède deux propriétés responsables d'une certaine différence dans cette interprétation :

1° Contrairement au protoxyde, le cyclopropane possède une puissance anesthésique considérable, comparable à celle du chloroforme, mais il n'en possède pas les propriétés irritantes, de sorte que les concentrations élevées peuvent être atteintes sans que se produise le laryngospasme, qui constitue une protection physiologique quand on augmente brusquement la dose de chloroforme.

2° Le cyclopropane ne stimule pas la respiration comme le font l'éther ou le protoxyde même en dehors de tout excès de CO^2 . Avec ces anesthésiques tant que la respiration est exagérée dans son amplitude on est assuré d'être au-dessous de la concentration dangereuse. Au contraire, avec le cyclopropane, l'amplitude est toujours faible et si l'on pousse l'anesthésie au-delà des limites normales elle diminue très progressivement jusqu'à cesser complètement.

La première phase ou *induction* correspond à la période écoulée entre l'état de veille et la perte de conscience. Le signe clinique

le plus fidèle, sur lequel on puisse se baser pendant cette première phase est le *réflexe crânien* qui va en s'atténuant jusqu'à disparaître tout à fait au moment où le malade entre dans la *deuxième phase*. Le patient est alors absolument inconscient et insensible. A mesure qu'il s'enfonce plus profondément dans le sommeil anesthésique, le relâchement musculaire augmente et le meilleur signe est alors donné par l'observation des *mouvements du globe oculaire*. Au début de la deuxième phase, ce sont des mouvements lents d'oscillation dont l'amplitude va en diminuant de plus en plus.. La disparition de ces mouvements se fait plus tôt qu'au cours des autres anesthésies car, avec le cyclopropane, le relâchement musculaire complet correspond à une anesthésie moins poussée.

Dès qu'ils cessent, le malade entre dans la *troisième phase* ou phase d'anesthésie profonde au seuil de laquelle on doit maintenir le patient dans les anesthésies prolongées en grande chirurgie. A partir de ce point, les *globes oculaires restent absolument fixes* et le signe sur lequel on doit se guider est l'observation des *mouvements respiratoires*. La respiration abdominale est normale, mais la *respiration costale supérieure est abolie*. Au-dessus de ce degré extrême, la respiration diaphragmatique a tendance à diminuer et si l'anesthésie était encore poussée on atteindrait la *quatrième phase ou phase d'apnée*.

Ces 4 phases et leurs signes respectifs sont représentés d'une façon originale sur le schéma représenté figure 14, emprunté à Romberger.

Parmi les autres signes classiques, signalons que la dilatation pupillaire n'a pas une bien grande valeur, surtout chez les malades ayant reçu une injection de morphine ; la coloration du visage n'a aucune valeur non plus car il n'y a jamais de cyanose, et le malade est toujours rose, même à la quatrième phase.

Les caractères du pouls constituent un signe plus fidèle. Normalement le pouls n'est aucunement modifié pendant l'anesthésie

au cyclopropane. Un ralentissement, une accélération ou une arythmie indiquent à coup sûr un excès de cyclopropane et commandent l'augmentation brusque du débit d'oxygène. Malgré une habitude prise en pareil cas avec les autres anesthésies, il est absolument inutile d'utiliser le CO^2 qui ne ferait que troubler l'appréciation des concentrations. En cas de doute, on se souviendra que la plupart des erreurs commises l'ont été dans le sens d'un hyper-dosage en cyclopropane. Cependant, si l'anesthésiste n'ayant pas suffisamment surveillé son patient le conduit à l'apnée, qu'il ne soit pas alarmé outre mesure. Quelques bouffées d'oxygène sous pression rétabliront toujours la respiration. Waters a expérimenté sur le chien les effets de la quatrième phase : il a pu maintenir l'anesthésie en apnée et la respiration est toujours revenue spontanément dès la suppression du masque.

ABSORPTION ET ELIMINATION DU CYCLOPROPANE

L'absorption est d'une rapidité considérable. Un mélange de cyclopropane et d'oxygène dans la proportion de 50 % a été soumis à des chiens. Ce mélange produit une anesthésie foudroyante ; l'animal fait quelques mouvements respiratoires calmes rapidement suivis d'apnée définitive. Avec la technique décrite pour l'anesthésie chirurgicale on ne se rend pas compte de cette rapidité d'absorption à cause de l'augmentation très progressive de la concentration. D'autres expériences ont été faites également sur l'animal par Severs et Evans qui pratiquèrent l'analyse des différents tissus : estomac, foie, péritoine, tissu cellulaire sous-cutané. Ils constatèrent que les concentrations en cyclopropane y suivaient de très près sans les atteindre, les concentrations du mélange contenu dans le masque.

L'élimination du cyclopropane est également très rapide ; si on enlève brusquement le masque au cours d'une anesthésie profonde, le réveil est brutal et le malade traverse une courte période d'agitation assez pénible. Il est donc recommandé de réveiller le patient assez progressivement. L'analyse d'échantillons de gaz prélevés à la fin de l'expiration dans le pharynx des malades réveillés brusquement donne un pourcentage en cyclopropane inférieur à 1 %, diminuant progressivement jusqu'à ne plus indiquer aucune trace au bout d'une à trois heures.

EXPERIMENTATION ANIMALE

Depuis 1906, date à laquelle Abrami et Fiessinger étudièrent lipoides. En 1908, Nicloux écrivait : « Nous sommes à un tournant de l'histoire des anesthésiques ; jusqu'ici l'étude expérimentale de l'anesthésie générale et des anesthésiques généraux le rôle joué par la fixation des substances chimiques sur les lésions hépatiques produites par le chloroforme, on connaît n'a été poursuivie qu'au point de vue physiologique ; il faut dorénavant se placer au point de vue chimique ».

C'est à ce point de vue que se placent Raginsky et Bourne qui étudièrent les effets du cyclopropane sur le foie normal et physiologique. Dans ce but, ils soumirent à l'anesthésie au cyclopropane des chiens normaux, des chiens ayant subi une intoxication chloroformique, et des chiens soumis au jeûne. Nous reproduisons textuellement leurs observations :

Chien n° 1. — Chien normal endormi pendant une heure au cyclopropane pendant 9 jours consécutifs. Vingt-quatre heures après la première et la troisième anesthésies, le test coloré à la bromosulfonphtaléine indique 10 % de rétention et une rétention nulle après les sept autres.

Le dixième jour, le foie est examinée par Waugh : « Macroscopiquement, foie et voies biliaires normaux. Histologiquement : les coupes du foie et des voies biliaires ont un aspect normal ; les seules particularités sont d'ordre vasculaire ; elles consistent en une dilatation légère des capillaires inter-cellulaires et en œdème du parenchyme. Il existe un léger œdème des cellules hépatiques, plus net autour de la veine centro-lobulaire. Il n'y a aucune dégénérescence graisseuse. L'administration journalière du cyclopropane à ce chien normal n'a provoqué aucune lésion hépatique ».

Chien n° 2. — Chien normal ayant reçu du cyclopropane pendant une heure, deux jours consécutifs ; le troisième jour l'anesthésie fut prolongée pendant trois heures ; le quatrième il

n'y avait aucune rétention colorée. Le même jour il fut endormi au chloroforme pendant une demi-heure. Les jours suivant l'anesthésie au chloroforme, la rétention colorée atteignait les pourcentages respectifs de 80, 90, 50, 10. Le quatrième jour après cette altération hépatique, l'animal fut de nouveau soumis au cyclopropane pendant une heure, et vingt-quatre heures plus tard, le pourcentage de la rétention colorée était resté à 10.

Conclusion : L'administration répétée de cyclopropane pendant trois jours, la troisième ayant duré trois heures, n'a pas altéré la fonction hépatique de l'animal et la lésion provoquée par le chloroforme ne fut pas aggravée par une nouvelle anesthésie au cyclopropane.

Chien n° 3. — Ce chien fut soumis au chloroforme pendant une demi-heure ; vingt-quatre heures après, la rétention colorée atteint 70 % ; quarante-huit heures après elle est de 40 %. Le cyclopropane est alors administré pendant une heure. Les jours suivants, le colorant est retenu dans une proportion de 30 % et il est complètement éliminé le lendemain. Dans ce cas, également, l'action du cyclopropane n'a pas entravé la récupération de la fonction hépatique altérée.

Chien n° 4. — Après avoir soumis l'animal au chloroforme pendant trois jours consécutifs, les pourcentages relevés sont respectivement de 60, 50 et 40. Le troisième jour après la chloroformisation, on donne du cyclopropane pendant trois heures et les pourcentages de rétention colorée sont : 25, 10 et 5. Le cyclopropane est de nouveau administré pendant trois heures. Dix-huit heures plus tard, la rétention n'atteint pas 5 %.

Chien n° 5. — Chien privé de nourriture pendant trois jours (on sait que la réserve de glycogène est fortement diminuée par le jeûne). L'anesthésie au cyclopropane est maintenue pendant soixante-quinze minutes. Vingt-trois heures plus tard, le test coloré indique une rétention inférieure à 5 %.

Chien n° 6. — Chien privé de nourriture pendant quatre jours. Son poids est passé de 10 kg,8 à 9 kg,9. Après le qua-

trième jour, le chien est endormi au cyclopropane pendant trois heures. Le lendemain, quinze minutes après l'injection intraveineuse de bromosulfonphtaléine, il n'y a plus aucune rétention colorée.

De cette expérimentation il est permis de conclure que l'anesthésie au cyclopropane n'altère aucunement la fonction hépatique même après administrations répétées et prolongées. Qu'il n'augmente pas le trouble fonctionnel artificiellement créé par l'intoxication chloroformique ; qu'il ne cause aucune altération hépatique chez l'animal soumis au jeûne prolongé.

ETUDE DES MODIFICATIONS SANGUINES

Waters et Schmidt ont pratiqué sur 21 malades des examens de sang avant, pendant et après l'anesthésie au cyclopropane. Leurs dosages indiquent les modifications de la teneur du sang au point de vue de la réserve alcaline, du sucre, de l'azote non protéique, et du phosphore. Le tableau suivant indique les chiffres moyens. Les chiffres maxima ne sont pas indiqués car ils diffèrent très peu des moyennes ; une seule exception est à signaler pour un cas où la glycémie est montée à 1,67 sans qu'on puisse attribuer cette modification à une autre cause qu'à l'anesthésie.

Réserve alcaline

Avant l'anesthésie	50,95
Immédiatement après	49,41
Quatre heures après	48,07

Sucre

Avant l'anesthésie	95,85
Immédiatement après	110,71
Quatre heures après	98,4

Phosphore

Avant l'anesthésie	4,09
Immédiatement après	7,25
Quatre heures après	4,63

Azote non protéique

Avant l'anesthésie	29,75
Immédiatement après	29,74
Quatre heures après	30

Ce tableau montre une action vraiment très faible du cyclopropane en particulier sur la glycémie et la réserve alcaline. Ces constatations ont encouragé Neff et Stiles à utiliser le cyclo-

propane chez les diabétiques, la diminution de la réserve alcaline et l'augmentation de la glycémie étant infiniment moins marquées qu'avec le protoxyde ou la rachi-anesthésie.

L'action du cyclopropane sur la tension artérielle est comparable à celle du protoxyde : la tension maxima est augmentée, mais la tension minima et la tension moyenne sont inchangées.

Le saignement au cours de l'anesthésie au cyclopropane paraît nettement augmenté. On a discuté pour savoir si cette exagération du suintement capillaire était due aux modifications de la tension artérielle ou à une action vaso-dilatatrice du cyclopropane. Il semble en réalité qu'elle soit plutôt due à l'hyper-oxygénation. En réalité l'inconvénient qui en résulte est minime ; ce saignement capillaire de sang extrêmement rouge rappelle par son abondance celui qu'on observe au cours des opérations pratiquées sous anesthésies au protoxyde d'azote.

On a proposé pour l'éviter de remplacer l'oxygène par de l'air mais l'accumulation de l'azote complique énormément la technique, ou par du protoxyde d'azote-oxygène qui présente l'inconvénient d'augmenter de façon fort gênante l'amplitude respiratoire. *Le nombre des hématies*, le temps de saignement et le temps de coagulation sont inchangés. Enfin, on observe d'une façon constante comme après l'anesthésie par les autres agents une leucocytose qui est maxima trois à six heures après l'opération et qui atteint le double ou le triple de la numération antérieure.

EXAMENS ELECTRO-CARDIOGRAPHIQUES

Au cours de cinq anesthésies chirurgicales pour laparatomie, ayant duré plus d'une heure, Waters étudia par l'électro-cardiogramme les modifications du rythme cardiaque.

Dans quatre cas, il n'y eut aucun changement si ce n'est un léger ralentissement du pouls qu'on peut attribuer à la suroxygénation.

Dans un cas, pour une intervention pelvienne ayant duré deux heures, au cours de laquelle l'anesthésie avait atteint la quatrième phase, il observa une inversion du p., une diminution de l'intervalle p. r. et des extra-systoles ventriculaires. A la suite de ce dernier cas il a fait pratiquer des électro-cardiogrammes sur des chiens anesthésiés aux limites extrêmes. Seize chiens furent ainsi soumis au cyclopropane et maintenus endormis à la quatrième phase, c'est-à-dire en apnée, par la compression rythmique du ballon ; la concentration en cyclopropane fut alors poussée jusqu'à l'apparition de troubles électro-cardiographiques. La plus basse concentration à partir de laquelle on observa une arythmie fut 26,6 % ; la plus élevée 76 %, la moyenne 46,8 %.

Quatorze chiens recouvrèrent un électro-cardiogramme normal en un temps variant entre trente secondes et deux minutes. Deux d'entre eux moururent par fibrillation ventriculaire précédée de tachycardie avec extra-systoles ventriculaires. Meek et Stiles ont repris les mêmes expériences en comparant l'action sur le rythme cardiaque du cyclopropane et des autres agents anesthésiques. Il résulte de leur expérimentation que les troubles du rythme sont en rapport direct avec la profondeur de la narcose quel qu'en soit l'agent.

MORBIDITE POST-OPERATOIRE

Pour l'étude des suites opératoires des malades ayant été soumis à l'action du cyclopropane on ne peut mieux se reporter qu'aux statistiques établies par le service d'anesthésie du Wisconsin General Hospital de Madison.

La dernière publication de ce service est basée sur 4.400 fiches comportant 2.200 anesthésies au cyclopropane comparées à 2.200 anesthésies données avec les autres produits, éther, éthylène, protoxyde.

Ces 4.400 anesthésies ont été données avec la même technique ; les opérations ont été pratiquées par les mêmes chirurgiens et les soins donnés par les mêmes infirmières.

Tableau I
COMPLICATIONS RESPIRATOIRES
POST-OPERATOIRES

	cycl.	autres anest.
Nombre de cas	2.200	2.200
Complications :		
Broncho-pneumonie	0,26 %	0,64 %
Atelectasie pulm.	0,18 —	0,58 —
Laryngite	2,10 —	5,13 —
Toux légère	4,00 —	3,60 —
Toux sévère	0,72 —	1,90 —
Hoquet	0,31 —	0,45 —
Autres compl. resp.	0,31 —	0,62 —

Tableau II
COMPLICATIONS CARDIO-VASCULAIRES
POST-OPERATOIRES

	cycl.	autres anest.
Nombre de cas	2.200	2.200
Complications :		
Tachycardie	4,60 %	4,10 %
Bradycardie	0,45 —	0,27 —
Chute de tension art.	5,20 —	3,20 —
Schock	0,54 —	0,13 —
Fibrillation	0,09 —	0,09 —
Blocage	0,04 —	0,04 —
Autres compl.	0,48 —	0,39 —

Tableau III

COMPLICATIONS DIGESTIVES POST-OPERATOIRES

	cycl.	autres anest.
Nombre de cas	2.200	2.200
Complications :		
Etat nauséeux	5,80 %	4,90 %
Vomissements du 1 ^{er} jour	19,50 —	21,80 —
Vomissements prolongés	5,65 —	6,90 —
Vomissements au-delà du 3 ^e jour ..	0,63 —	0,72 —
Vomissements graves du 1 ^{er} jour ..	0,36 —	0,36 —
Vomissements gr. prol. au-delà du 1 ^{er} jour	0,22 —	0,41 —
Absence de vomissements	68,08 —	64,90 —

Tableau IV

MORTALITE POST-OPERATOIRE

	cycl.	autres anest.
Nombre de cas	2.200	2.200
Nombre total de morts	94	87
Mortalité p. 100	4,19	3,99

Jour de la mort :

Jour de l'opération	0	2
1 ^{er} jour	6	6
2 ^e et 3 ^e	20	12
4 ^e à 7 ^e	11	22
2 ^e semaine	18	14
Après 15 jours	39	31

Cause de la mort :

Broncho-pneumonie	5	14
Autres compl. resp.	3	6
Hémorragie	7	2
Autres compl. circ.	14	9
Toxémie	32	22
Cancer	17	15
Schock	3	2
Anesthésie	1	2
Autres causes	12	15

Sur ce tableau IV, trois cas de mort sont attribués à l'anesthésie. L'unique cas de mort sous anesthésie au cyclopropane fut attribué à l'inspiration des vomissements dans un cas d'occlusion intestinale.

Dans l'autre groupe une mort survint pendant le cours d'une anesthésie au protoxyde pour amputation du sein. Elle fut attribuée à une faute de technique. Le troisième cas mortel attribué

à l'anesthésie survint au cours d'une anesthésie à l'éther, administrée par voie endo-trachéale pour une intervention oculaire. Là encore elle fut attribuée à une faute de technique. Nous reproduisons enfin une statistique publiée par Waters et Schmidt après leurs 1.000 premières anesthésies au cyclopropane :

Tableau V

MORTALITE POST-OPERATOIRE

APRES 2.600 ANESTHESIES

	Opérations extra-abd.			Op. abdom.	
	éther	cycl.	éthyl.	éther	cycl.
Nombre de cas	600	600	600	400	400
Mortalité p. 100	23	13	22	27	27

Jour de la mort :

Le jour de l'opération	1	1	1	2	1
1 ^{er} , 2 ^e et 3 ^e j.	4	4	1	5	3
4 ^e , 6 ^e et 7 ^e j.	1	2	5	8	6
Plus tard	15	4	11	6	11

Cause de la mort :

Broncho-pneumonie	5	0	4	6	4
Autres compl. resp.	0	0	1	2	0
Hémorragie	0	1	0	2	0
Toxémie	9	1	9	7	10
Cancer	3	4	4	5	4
Schock	0	0	0	1	1
Autres causes	3	2	2	1	2

INDICATIONS

Par toutes ses qualités dont la plupart sont sous la dépendance de sa puissance anesthésiante, de son élimination rapide et de son action en présence d'un excès d'oxygène, le cyclopropane est appelé à être utilisé couramment en chirurgie générale. Il est particulièrement indiqué chez les malades schockés, à tension artérielle basse et chez les tuberculeux. En chirurgie abdominale, il est nettement supérieur à tous les autres produits anesthésiques à cause du relâchement considérable de la paroi abdominale. En chirurgie thoracique il présente de très gros avantages : l'intubation endo-trachéale est facile ; elle est possible sans l'adjonction d'anesthésie locale (comme avec le protoxyde), après une ou deux minutes d'anesthésie. La diminution de l'amplitude respiratoire facilite grandement les thorocoplasties et thoracotomies. Enfin, l'élimination rapide du cyclopropane permet dès le réveil la réapparition immédiate du réflexe tussugène.

Les chirurgiens anglais Roberts et Tudor Edwards, considérés universellement comme les maîtres de la chirurgie thoracique, l'emploient maintenant à l'exclusion de tout autre.

En obstétrique il a été très utilisé par les accoucheurs canadiens. Pour la simple analgésie obstétricale, le cyclopropane donnerait des résultats équivalents à ceux du protoxyde d'azote et du chloroforme, mais il leur serait toujours préférable pour les grandes interventions obstétricales.

La chirurgie des diabétiques est une de celles qui bénéficient le plus des qualités du cyclopropane. La glycémie, le p. h. et la réserve alcaline sont en effet à peine modifiés. Cette supériorité du cyclopropane sur toutes les autres méthodes ne serait-elle pas due à l'abaissement dans l'air alvéolaire de la tension du CO^2 dont nous avons signalé le rôle hyperglycémiant ?

CONCLUSIONS

Le cyclopropane ou triméthylène C^3H^6 fut isolé chimiquement en Allemagne par Freund en 1882. Ce n'est qu'en 1934 que Lucas et Henderson de Toronto découvrirent ses propriétés anesthésiques et que Waters pratiqua les premières narcoses à l'hôpital Wisconsin de Madison. Son usage s'est très rapidement étendu aux Etats-Unis, au Canada, en Angleterre, où il est actuellement couramment utilisé. Le cyclopropane est présenté sous la forme d'un gaz liquéfié contenu dans des obus d'aluminium à la pression de 5 kg. 27. Son point d'ébullition est $-34^{\circ}5$.

L'anesthésie est obtenue en faisant respirer au patient un mélange de cyclopropane et d'oxygène dont la concentration moyenne est de 15 % de cyclopropane pour 85 % d'oxygène. Elle nécessite un appareillage spécial basé sur le double principe :

de la mesure débimétrique des deux gaz ;

de l'absorption du gaz carbonique par la chaux sodée, en circuit fermé.

L'expérimentation sur l'animal et les observations cliniques démontrent l'absence complète d'effets toxiques du cyclopropane sur les différents appareils.

La puissance anesthésiante du cyclopropane est de l'ordre de celle du chloroforme ; la rapidité de son absorption et de son élimination est de l'ordre de celle du protoxyde d'azote.

L'anesthésie a pour caractères principaux : un début rapide sans impression désagréable pour le malade, sans période d'excitation ; un sommeil calme, profond, avec complet relâchement musculaire, sans augmentation de l'amplitude respiratoire, sans abaissement de la tension artérielle, un réveil très rapide.

La plupart des avantages de l'anesthésie au cyclopropane sont

du à la constante hyper-oxygénation du mélange anesthésique.

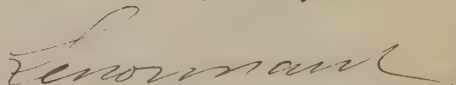
Il est particulièrement indiqué : à cause du relâchement musculaire en chirurgie abdominale ; à cause du calme respiratoire en chirurgie thoracique ; à cause de son action minime sur la réserve alcaline et la glycémie, dans la chirurgie des diabétiques.

Il a également été utilisé avec succès en obstétrique, en otorhino-laryngologie et en stomatologie.

Ses inconvénients sont une légère augmentation du suintement capillaire et son inflammabilité, qui n'est d'ailleurs pas supérieure à celle de l'éthylène et de l'éther.

Vu: le Doyen, Vu: Le Président
de Thèse,

ROUSSY



Vu et permis d'imprimer:
Le Recteur de l'Académie de Paris,

CHARLETY

BIBLIOGRAPHIE

- BOURNE : Le cycl. en obstétr. *Lancet* 2 ; 20-21 juill. 1934.
- BURFORD : Techn. de l'anesth. au cycl. *Anest. and Anal.* ; sept. 1936.
- CAINE : Etudes électro-cardiogr. sur l'action du propylène et de quelques anesth. gazeux. *Proc. Soc. Exp. Biol. et Méd.* 23 ; 488 ; mars 1936.
- CELAGNO : Anesth. par le cycl. et l'éthylène *Bol. y trabajos de la Soc. de Cir. de Buenos-Ayres* ; 17 juill. 1935.
- DUQUENOIS : L'anesth. gén. par les carbures alicycliques. *Jour. de Pharm. et de Chimie* ; 16 janv. 1937.
- EVANS : Hier et Aujourd'hui. *St-Barth's hosp. Journ.* 43 ; 106-110 ; mars 1936.
- EVERSOLE & OVERHOLT : Le cycl. en chir. thor. *Journ. thor. Surg.* 5 ; 510-521 ; juin 1936.
- Von FREUND August : Le triméthylène. *Mona schr. f. chemie* 3 ; 625 ; 13 juill. 1882.
- FRIEDMANN : Combinaison de plusieurs anesth. *Zentralblatt f. chir.* 62 ; 1882 ; 91 ; déc. 1935.
- GALASSO : La plus sûre anesthésie avec l'anesthésique le plus sûr. *An. et An.* 15 ; 30-32 ; janv. 1936.
- GUEDEL : Les phases de l'anesth. Reclassification des signes de l'anesth. *J. Biol. Chir.* 1924 ; 83 ; 117.
- GUEDEL & WATERS : An. indotrach. *Ann. O. R. L.* 1931 ; 40 ; 1139.
- GRIFFITH : Compte-rendu de 350 anesth. au cycl. *Canada Méd. An. J.* 31 ; 157-160 ; avril 1934.
- GUSTAVSON : *C.R.* 1889 ; 128-138.
- GRIFFITH : Le cycl. nouvel anesthésique sensationnel *Montréal. Méd. Chir. Soc.* ; nov. 1936.
- GRIFFITH : An. au cycl. *An and An.* ; nov. 1935.

- HENDERSON & LUCAS : Effet du cycl. sur le métabolisme.
Arch. int. de Pharm. et de Th. 37 ; 155 ; 1930.
- HENDERSON & JOHNSTON : Journ. Pharmacol. 1931 ;
43 ; 89.
- HENSON : Morts au cours de cinq années de pratique anesth.
à New-York. N. Y. state Méd. Journ. 36 ; 485 ; 40 ;
août 1936.
- IVANISSEVITCH : Ethylène et cycl. anesth. gén. en Améri-
que. Semana Méd. I ; 401-404 ; fév. 1936.
- JOURDAN : La chir. au-delà des frontières. L'Hop. ; avril
1936.
- KILLIAN : Un nouvel anesth. très puissant. Zentr. f. Chir. 63 ;
16-34 ; juill. 1936.
- KNIGHT : Le cycl. en obst. An et An 15 ; 63-66 ; mars 1936.
- LEBEAU & DAMIENS : C. R. 1913 ; 156 ; 144 ; 325 ; 557.
Ann. Chim. 1917 ; 8 ; 221.
- LOGT & CHRISTIANSEN : Journ. Americ. Pharmac. Assoc.
1930 ; 19 ; 341.
- LUCAS & HENDERSON : Un nouveau gaz anesth. le cycl.
Canada Méd. Assoc. Journ. 1929 ; 21 ; 173.
- MAC CARTHY : An. and An. 15 ; 140-146 ; juin 1936.
- MECKLING : 120 cas d'anesth. au cycl. J. Oklohoma M. A. 28 ;
437-439 ; déc. 1935.
- MECKLING & MOFFIT : Le cycl. comparé aux autres gaz
J. Oklohoma M. A. 29 ; 204-206 ; juin 1936.
- MORGAN EAMAN & GRIFFITH : 100 césariennes opérées
sous anesth. au cycl. (à paraître).
- MUIR : Anesth. au cycl. South Afr. Méd. Journ. 8 ; 175-177 ;
mars 1934.
- NEFF & STILES : Indic. du cycl. chez les diabétiques. Canada.
M. J. 35 ; 56-61 ; juill. 1936.
- PALMA : An. au cycl. Descript. des app. Rapp. prélimin.
Arch. Urug. de Méd. 8 ; 238-244 ; mars 1936.

- RAGINSKY : Etude de la teneur du sang en oxyg. au cours de l'anesth. au protox. en particulier. *An. and An.* ; juill. 1934.
- RAGINSKY & BOURNE : Effet du cycl. sur le foie normal et pathol. *Canada Méd. Journ.* 31 ; 500-501 ; nov. 1934.
- RAGINSKY & RATHMAN : *J. Am. Cem. Soc.* 1933 ; 55 ; 2.800.
- ROBOTHAM : *Proc. Roy. Soc. Méd.* 29 ; 257-262 ; janv. 1936.
- ROBOTHAM, CHESTER, PHILSP, JARMAN & VAILE : Compte-rendu de 250 anesth. au cycl. *Lancet* 2 ; 1110-1113 ; nov. 1935.
- ROMBERGER : Signes et phases de l'anesth. au cycl. *J. Indiana. M. A.* 28 ; 18-20 ; juin 1935.
- ROSENTHAL & WHITE : *J. A. M. A.* 1925 ; 1112.
- ROVENSTINE : Description des appareils pour anesth. intratrachéale *Surg. Gyn. et Obst.* 63 ; 325 ; sept. 1936.
- ROVENSTINE : Le cycl. en chir. thor. *An. et An.* 14 ; 270-275 ; déc. 1935.
- ROVENSTINE : Anesth. en chir. thoracique. *Surg. Gyn. et Obst.* ; sept. 1936.
- SABOURIN : L'anesth. au cycl. *Gaz. Méd. de France* ; 1^{er} fév. 1937.
- SABOURIN : L'anesth. chir. à l'aide des gaz comprimés. A propos de quatre cas de syncopes mort. *Gaz. Méd. de France*, 1^{er} fév. 1937.
- SANDERS & FINK : Obs. Chir. de 100 cas. *Memphis Méd. J.* 11 ; 8-15 ; août 1936.
- SCHACKELL & BLUMENTHAL : Effets du cycl. sur le singe rhésus sain et tub. *An. et An.* 13 ; 133-142 ; juill. 1934.
- SCHOEDER & NEFF : L'électricité statique dans les appareils à anesth. *Schmerz Narkose Anaesthesia* 6 ; 103-113 ; mars 1934.
- SCHMDIT & WATERS : Morbidité post-anesthésique basée sur 2.200 cas. *An. et An.* 14 ; 1-3 ; janv. 1935.

- SEEVERS, DE FAZIO & EVANS : Etude comparative du cyclo
et de l'éthylène. Journ. Pharm. et Exp. Ther. ; janv. 1935.
- SIKES : Anesth. au cycl. Brit. Méd. Journ. ; nov. 1934.
- STELHET & BOURNE : Mécanisme de l'acidose dans l'anesth.
Journ. Biol. Chem. 1924 ; 60 ; 17 ; 117.
- SYKES : Anesthésie présente et future. Brit. Méd. Journ.
Anesth. 13 ; 41-53 ; juin 1936.
- SISE, WOODBRIDGE & EVERSOLE : Cycl. nouveau gaz
anesth. New-England Méd. Journ. 213 ; 303-308 ; 835.
- STILES & NEFF : Compte-rendu clinique préliminaire sur
l'anesth. au cycl. An. et An. 13 ; mars 1934.
- SWORD : Le cycl. anesthésie de choix. Madison Hosp. 46 ;
83-84 ; juin 1936.
- TAUTZ & WINKLER : J. prakt. Chem. 1922 ; 104 ; 27.
- TIFFENEAU : Récentes acquisitions dans le domaine de l'anes-
thésie. Synthèse .1936.
- WATERS : Technique de l'absorption du CO². Ann. of Surg.
103 ; 38-45 ; juin 1936.
- WATERS & SCHMIDT : Anesth. au cyclo. J. A. M. A. 103 ;
975-983 ; sept. 1934.
- WOOD : Utilisation clinique du cyclopropane et de l'avertine.
J. A. M. A. 16 ; 275-279 ; janv. 1936.
-

IMPRESSIONS MODERNES
37, Bd. de Strasbourg - Paris
